DIE BODENFAUNA HOCHALPINER SEEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
hohen philosophischen Fakultät der
Universität Basel

vorgelegt von

WALTER SCHMASSMANN
aus BUCKTEN.

Mit 1 Tafel und 1 Textfigur.

STUTTGART 1920
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele.)

DIE BODENFAUNA HOCHALPINER SEEN

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der hohen philosophischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

WALTER SCHMASSMANN

aus BUCKTEN.

Mit 1 Tafel und 1 Textfigur.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

STUTTGART 1920

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung

(Erwin Nägele.)

Genehmigt von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung der philosophischen Fakultät auf Antrag der Herren Professor Dr. FR. ZSCHOKKE und Dr. P. STEINMANN.

Prof. A. BERNOULLI
Dekan.

Basel, den 18. März 1918.

Sonderabdruck aus Archiv für Hydrobiologie Suppl.-Band III. Heft 1.

Meinen lieben Eltern

in herzlicher Dankbarkeit

gewidmet.

Einleitung.

In der „Tiefseefauna der Seen Mitteleuropas" hat Zschokke (60) die gleichartige Zusammensetzung der profunden Fauna der genannten Seen dargetan und ihren Ursprung und ihre Geschichte klargelegt. Eurytherme Kosmopoliten und Ubiquisten mischen sich nach dem genannten Autor auf dem tiefen Seegrunde mit stenothermen Kaltwassertieren, den „Trümmern der glazialen Mischfauna". Mehrfach hat Zschokke in seinen Arbeiten auf den gemeinsamen Ursprung der Fauna hingewiesen, welche zugleich der kalten Tiefe subalpiner Seen, den kalten Quellen und Quellbächen, dem Litoral hochalpiner Wasserbecken und dem Schmelzwassertümpel eigen ist. Sein Schüler Fehlmann (22) hat die Tiefenfauna des südalpinen Luganersees erforscht und auch seine Liste weist nur aus den nordalpinen Seen schon bekannte Typen der Tiefsee auf; doch vermißt Fehlmann im Luganersee ehemals arktische Elemente und schreibt diese negativen Befunde dem der Verbreitung hinderlichen Alpenwall zu.

Bei der Untersuchung der Bodenfauna hochalpiner Seen war zu erwarten, daß sie kaum neue, etwa diesen Seen eigene Arten zu Tage fördern würde. Durch Zschokke (58), Imhof (29) und Burckhardt (die Proben wurden von Zschokke bearbeitet) gemachte Untersuchungen deren Resultate von Zschokke in der „Tiefseefauna" zusammengefaßt sind, haben dargetan, daß die „Tiefenfauna" hochalpiner Seen gleiche Komponenten aufweist, wie die Tiefe der Randseen.

Neben faunistisch-ökologischen Aufgaben hatte ich zu untersuchen, welche Tiefenverbreitung die eurythermen und stenothermen Bewohner in diesen hochgelegenen Seen besitzen, um weitere Daten für die Geschichte unserer Süßwasserfauna zu erhalten.

Von großer Bedeutung für die Erforschung der Bodenfauna der Seen sind die kürzlich erschienenen Resultate der Untersuchungen Ekmans (20) im Vättern.

Die vorliegende Arbeit entstand in der Zoologischen Anstalt der Universität Basel. Sie wurde im Herbst 1911 begonnen; die Untersuchungen des gesammelten Materials waren schon 1914 beendigt, doch mußte ich seither wegen Grenzbesetzungsdienst die Arbeit wiederholt unterbrechen.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. F. Zschokke, spreche ich für seine Ratschläge und wertvollen Anleitungen meinen wärmsten Dank aus.

Während eines fast dreiwöchigen Aufenthaltes am Lünersee im Herbst 1911 teilte mein Freund Dr. Paul Haberbosch die Einsamkeit und die oft mühevolle Arbeit des Sammelns mit mir. Herr Kegele, der Pächter der Douglashütte, gab uns den dienstfertigen Hüttenwart Michael Nesler mit. Auf einer mehrwöchigen Exkursion, die uns vom Öschinensee zum Gotthardt, an die Engadinerseen und den Davosersee führte, war mir mein Freund stud. jur. Paul Tschudi ein stets froher Begleiter, welcher mir bei der Arbeit auf dem See unermüdlich zur Seite stand. Allen diesen Herren spreche ich hiemit meinen aufrichtigsten Dank aus.

Selbstverständlich ist es bei einer so mannigfachen Fauna, wie sie uns ein See bietet, nicht möglich, sich in die Systematik aller Gruppen einzuarbeiten; ich erlaubte mir deshalb die Hilfe einiger Spezialisten in Anspruch zu nehmen.

Ich übersandte einige zweifelhafte Rhizopoden Dr. E. Pénard in Genf; Infusorien verifizierte mir Dr. J. Roux, Basel. Zur Bestimmung der Tricladen erhielt ich von Dr. P. Steinmann, Aarau, wertvolles Vergleichsmaterial. Zweifelhafte Nematoden bestimmte mir Dr. B. Hofmänner, Chaux-de-fonds. Dr. E. Piguet, Neuchâtel, determinierte die Oligochaeten, Dr. F. Heinis, Basel, die Tardigraden, Dr. C. Walter, Basel, die Hydracarinen, Dr. J. Felber, Sissach, die Trichopteren, Dr. F. Neeracher, Basel, die Ephemeriden, und Prof. Dr. A. Thienemann, Plön, die Tendipediden. Allen den genannten Herren sei für ihre freundliche Mitarbeit der beste Dank ausgesprochen. Besonders danke ich auch Herrn Dr. R. Menzel, Assistent an der Zoologischen Anstalt der Universität Basel, für seine Ratschläge bei der Bestimmung des Materials und der Fertigstellung vorliegender Arbeit.

Herrn Dr. L. Collet, Direktor der Schweizerischen Hydrographischen Anstalt in Bern, verdanke ich die Überlassung oder Erlaubnis zur Benützung von Kartenmaterial und Bibliographien und Herr Dr. H. Bachmann, Luzern, stellte mir in verdankenswerter Weise zwei Drahtseilhaspel zur Verfügung.

I. Methodik.

1. Auswahl der zu untersuchenden Seen. Da es sich vor allem um die Feststellung event. vorhandener faunistischer Tiefengrenzen handelte, konnten von vornherein nur Seen mit einer Tiefe in Betracht kommen, die unter die Litoralgrenze hinabsinkt. Außer sechs schweizerischen Seen, nämlich dem Davoser-, St. Moritzer-, Silvaplaner-, Silser-, Lucendro- und Öschinensee, besuchte ich auch den vorarlbergischen Lünersee; denn erstens mußte gerade dieser mit seiner Tiefe von 102 m zur Erkennung verschiedener faunistischer Tiefengruppen besonders günstig sein; und zweitens ist der Rhätikon, was seine terrestrische Fauna und diejenige der wenig tiefen Gewässer anbelangt, eines der am besten durchforschten Alpengebiete. Mit dieser Auswahl wurde zugleich eine Anzahl von Seen getroffen, die nach Entstehung und geologischem Untergrund, nach Ausdehnung und Tiefengestaltung, nach Thermik und Abflußverhältnissen verschiedenen Charakter tragen.

Die Bezeichnung „hochalpin", die ich für die untersuchten Seen wiederholt anwenden werde, ist nicht so zu verstehen, als ob die betreffenden Seen alle etwa oberhalb der Schneegrenze lägen; das Wort soll mehr als Gegensatz zur Bezeichnung der am Fuße der Alpen liegenden Alpenrandseen aufgefaßt sein.

2. Sammeln des Materials. Bei der großen Ausdehnung des Sammelgebietes und dem umständlichen Transport der Fanggeräte war es mir nicht möglich, die Seen zu verschiedenen Jahreszeiten zu besuchen; ich mußte mich mit einer einmaligen Einholung des Materials begnügen. Ich besuchte die verschiedenen Seen zu folgenden Jahreszeiten:

Lünersee . . .	3.—18. Oktober 1911
Öschinensee . .	14. Juli 1912
Lucendrosee . .	21. und 22. Juli 1912
Silsersee	25. und 26. Juli 1912

Silvaplanersee .	28. Juli 1912
St. Moritzersee .	29. Juli 1912
Davosersee . .	31. Juli 1912.

Die Zahl der in den einzelnen Seen ausgeführten Fänge und Schlammproben beträgt für den

Lünersee . . .	77	Fänge	und 28	Schlammproben
Davosersee . .	14	„	und 6	„
St. Moriztersee .	8	„	und 4	„
Silvaplanersee .	15	„	und 6	„
Silsersee	25	„	und 7	„
Lucendrosee . .	16	„	und 5	„
Öschinensee . .	18	„	und 5	„
Total	173	Fänge	und 61	Schlammproben

Um ein deutliches Bild von der Verteilung der Fauna in einem See zu erhalten, war es notwendig, wenigstens den einen See gründlich mit der Dredge zu durchqueren; dazu wählte ich den Lünersee; in ihm machte ich von der Seemitte aus nach verschiedenen Richtungen bis zum Ufer kontinuierliche Fangserien. In jedem See wählte ich Fangorte, welche vermutlich verschiedenartige Bedingungen boten, wie z. B. an Bacheinmündungen und in ruhigen Buchten, an steilen Felsufern oder Geröllhalden und in hochgewachsenen Pflanzenbeständen.

An den Lünersee mußte ich Netze und Sammelgläser durch Saumtiere hinauftransportieren lassen, ebenso nach dem Öschinensee. An alle andern Seen oder wenigstens in deren Nähe konnte ich meine Gerätschaften per Post senden.

Sämtliche Fänge wurden mit der einrahmigen Netzdredge von Samter und Weltner (42), versehen mit den von Steinmann (48) vorgeschlagenen festen Zugstangen, ausgeführt.

Die Fänge machte ich, wenn immer möglich, von einem schweren Ruderboot aus. Die Dredge wurde an einem mit Marken versehenen Drahtseil hinuntergelassen. Beim Aufschlagen auf den Boden wurde die Tiefe abgelesen, dann noch Seil zugegeben und geschleppt. Hierauf wurde das Boot rückwärts gerudert, bis das Seil senkrecht hing und wieder die Tiefe abgelesen. An den steilen Felsufern der hochalpinen Seen ereignet es sich oft, daß das Netz hängen bleibt und nur mit viel Mühe wieder abzubringen

ist. Damit sich beim Herablassen der Dredge der Netzbeutel nicht in den am Rahmen angebrachten Rechen verwickelte, spannte ich ihn mit einem Kupferdraht aus. Bei steilen Böschungen bringt schon ein kurzes, horizontales Schleppen einen großen Tiefenunterschied zwischen der Anfangs- und der Endstelle des Fanges mit sich. Es empfiehlt sich bei weiteren Untersuchungen nur kurze Fänge auszuführen, wodurch die Tiefengrenze einer Art noch genauer ermittelt werden kann. Dem Netze wurde vielfach eine Schlammprobe entnommen, um sie auf gehäusetragende Rhizopoden zu untersuchen; dann wurde der übrige Schlamm durch das Netz ausgewaschen und der zurückbleibende Inhalt an Detritus, Pflanzen und Tieren in ein weithalsiges Glas entleert. Der Fang wurde mit einer Nummer versehen, in eine Kartenskizze eingetragen und die makroskopische Beschaffenheit des Untergrundes notiert.

Nach einiger Zeit (eine bis mehrere Stunden) wurden dem Fange Milben und Planarien entnommen und dem Rest Formol zugesetzt. Die Milben konservierte ich in Essigsäureglyzerin; Planarien fixierte ich mit Salpetersäuresublimat und konservierte sie in Alkohol. Bei der Konservierungsweise mit Formol war es unmöglich, die Rotatorien zu berücksichtigen (von welchen ich nur einige Anuraeen beobachten konnte); die Infusorien, von welchen nur die festsitzenden berücksichtigt wurden, waren selten bis zur Art bestimmbar; ebenso war eine sichere Bestimmung der Rhabdocoelen am konservierten Material nicht durchführbar, weshalb ich sie nicht in die Liste aufgenommen habe. Die Dipterenlarven lebend zu erhalten, um sie aufzuziehen, hätte zu umständlichen Transporten geführt; leider war es anderseits dadurch unmöglich, die Larven bis zur Art zu determinieren.

Bei dem einmaligen Besuch der Seen war es mir nicht möglich, außer einigen Temperaturmessungen chemische oder physikalische Messungen vorzunehmen. Bisherige Temperaturmessungen einzelner Seen wurden von Zschokke (57) in der „Tierwelt der Hochgebirgsseen“ publiziert; ausführlicher sind Thermik und Wasserhaushalt des Öschinensees durch Groll (23) untersucht worden.

3. Untersuchung des Materials und Darstellung der Ergebnisse. Von den Schlammproben,

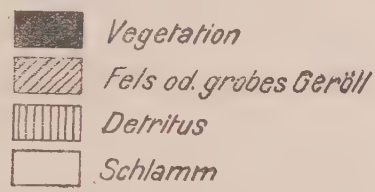
welche ich auf Rhizopoden prüfte, wurde jeweils ein Tropfen Schlamm auf eine Glasplatte gebracht, mit Wasser verdünnt und zu einer durchsichtigen Schicht ausgebreitet. Diese Probe wurde unter dem Binocular durchsucht. Bei den Schlammproben aus dem Lünersee wurde diese Operation für jeden Fang zehnmal ausgeführt; um auch der kleinsten Formen habhaft zu werden, untersuchte ich jeweils noch zwei solcher mit Schlamm bestrichener Glasplatten unter dem Mikroskop. Die Schlammproben der andern Seen sah ich weniger intensiv durch. Die Rhizopoden wurden mit einem wenige steife Haare tragenden Pinsel herausgelesen und in Glyzerinpräparaten bestimmt. Von den Netzfängen wurden jeweils ungefähr gleiche Quantitäten in einer Petrischale unter dem Binocular durchsucht, im Durchschnitt fünf Schalen pro Fang. Fänge aus der Tiefe konnten auf diese Weise ganz durchmustert werden, die detritusreichen Proben vom Ufer nur zum Teil. Es ist sehr wichtig, dies für die bathymetrische Gruppierung der Fauna, welche aus den weiter unten folgenden Tabellen herauszulesen ist, in Betracht zu ziehen. Beim vollständigen Durchsuchen der gegenüber den Tiefenfängen meist kürzer gehaltenen Uferfänge würde nämlich die Fauna des Ufers diejenige der Tiefe quantitativ weit mehr überragen, als es so in den Tabellen zum Ausdruck kommt und die Abnahme einiger eurybathen, d. i. in allen Tiefen vorkommenden Arten (nämlich derjenigen mit einem Maximum im Sublitoral) eine gegen das Ufer vielleicht kaum merkliche sein. Die jeweils gefundenen Individuenzahlen für eine Art habe ich in den Tabellen der Seen für die einzelnen Fänge eingetragen, damit das faunistische Bild jedes Fangortes erhalten bleibt, was bei Durchschnittswerten für eine bestimmte Tiefe nicht der Fall wäre.

Natürlich entbehren die Zahlen jedes absoluten Wertes und, wie soeben angedeutet, sind sie auch relativ nicht ganz richtig. Für die Oligochaeten, Bryozoen und Dipteren des Lüner- und Davosersees habe ich die relativen Mengen durch Absetzenlassen in einem Tubus erhalten und dafür die in Millimeter abgelesene Höhe angegeben. Infusorien, Tardigraden und Hydracarinen wurden nicht gezählt, weshalb ihr Vorkommen nur durch ein Kreuz angegeben ist. Trotz diesen quantitativ unvollkommenen Methoden zeigen die Zahlen deutlich das Häufigkeitsmaximum einer Art an, ein Ergebnis, das immerhin wichtig genug ist für die Zuteilung

zu einer bestimmten bathymetrischen Gruppe. Sie zeigen ferner die Häufigkeit auf bestimmten Untergrundsformationen an.

In den Hochalpenseen dürfte es überhaupt schwierig sein, einigermaßen absolute Zahlen der Quantität zu erhalten. Gerade der von Ekman im Vättern erfolgreich angewandte Bodenschöpfer könnte der ausgedehnten steinigen Litoralzone wegen wohl nur in beschränktem Maße angewandt werden.

In den faunistischen Tabellen der einzelnen Seen sind die Fänge nach ihrer mittleren Tiefe eingetragen; durch verschiedene Schraffierung in der Rubrik „Untergrund" ist die Art der Bodenbeschaffenheit dargestellt; es bedeutet:



Natürlich kombinieren sich, hauptsächlich in den Litoralfängen, zwei oder drei dieser Bodenarten miteinander in einem Fange.

Für den betreffenden See faunistisch neue Arten sind mit einem Stern (*) versehen.

II. Beschreibung der Seen. Kartenskizzen mit Eintragung der Fangorte. (Taf. I, Figur 1—7.) Tabellen der Fangergebnisse. (Tabelle 1—2 im Text, Tabelle 3—7 als Textbeilage.)

A. Allgemeine Eigenschaften der untersuchten Seen.

Die allgemeinen biologischen Verhältnisse der Alpenseen hat Zschokke (57) in seinem Werke „Die Tierwelt der Hochgebirgsseen" ausführlich geschildert. Ich kann mich deshalb hier in der Beschreibung der Seen kurz fassen und auf die Ausführungen des genannten Autors in den Kapiteln: Untergrund und Umgebung, Stein- und Lawinenschlag, Eigenschaften der Zuflüsse, Flora, Niveauschwankungen und Temperatur verweisen.

Die physikalischen und chemischen Verhältnisse finden eingehende Darstellung in Bourcart (8): Les lacs alpins suisses.

Kurz erwähnt werden mag nur die mit der Tiefe wechselnde Beschaffenheit des Untergrundes, da sie für die Quantität und Verteilung der Bodenfauna in erster Linie in Betracht kommt, und eine kurze Tabelle möge die chemischen Verhältnisse der in Frage stehenden Seen (mit Ausnahme des vorarlbergischen Lünersees) nach den Untersuchungen Bourcarts andeuten.

Der Boden der litoralen Zone zeigt die verschiedenartigsten Ausbildungen; senkrechte, vollkommen kahle Felswände wechseln mit Trümmerhalden aus kantigen Steinblöcken, reiche Bestände von Potamogeton mit sandigen, pflanzenlosen Ufergebieten, moorige Verlandungsufer mit kahlen Alluvionskegeln. Die makroskopische Vegetation sinkt bis 25 oder 30 m ab. In wenigen Metern Tiefe setzt grober Detritus ein, gemischt aus zerfallenen Wasserpflanzen und eingeschwemmten Holzstückchen. Von 10 m an abwärts wird dieser Detritus immer feiner und geht schließlich in den fast homogenen, hauptsächlich aus dem freien Wasser sedimentierten Schlamm über. Rascher Wechsel und große Mannigfaltigkeit des Untergrundes im Litoral stehen einer mehr einförmigen Beschaffenheit des Schlammbodens der Tiefe gegenüber.

Über die chemische Zusammensetzung des Wassers der schweizerischen Seen gibt Bourcart in seiner Tabelle: „Résultats exprimés en substances probables constituant le résidu sec (en mg par litre)“ folgende Daten:

Tab. 1.

Zusammensetzung	Davoser-See	Lucendro-See	Öschinen-See	St. Moritzer-See	Silvaplaner-See	Silser-See
SiO_2	7,1	0,9	2,0	3,4	2,6	1,8
$Fe_2O_3+Al_2O_3$	0,1	—	traces	0,2	0,4	0,3
NaCl	1,5	—	1,5	—	—	—
Na_2SO_4	3,3	—	—	3,1	2,6	3,0
Na_2CO_3	—	2,91	—	—	—	—
KCl	—	—	3,6	—	—	—
K_2SO_4	2,6	—	0,7	3,2	2,6	3,4
K_2CO_3	—	1,57	—	—	—	—
$MgSO_4$	4,5	—	11,2	19,2	15,9	10,7
$MgCO_3$	21,0	0,38	2,5	—	0,8	0,9
$CaSO_4$	—	—	—	13,1	—	—
$CaCO_3$	24,2	3,20	66,6	44,5	42,7	36,0
MnO	—	—	—	—	—	—

B. Beschreibung der einzelnen Seen.

1. Der Lünersee.

(Taf. I, Figur 1.)

Der Wasserspiegel des im Rhätikon gelegenen Lünersees liegt 1943 m ü. M. Länge: 1,7 km, Breite: 1,1 km, Oberfläche: 1,4 km², Maximale Tiefe: 102 m.

Anstehender und steilabfallender Fels bilden im Norden und z. T. im Westen seine Ufer; Geröllhalden, vielfach aus großen Steinblöcken bestehend, neigen sich am Ost- und Westufer steil zum See. Weideland reicht am Rellsthalsattel und Cavelljoch bis an den See. Im Süden bilden Geschiebemassen etwas flachere Ufer. Vereinzelte Bestände von Legföhren bilden den einzigen Baumschmuck des Seeufers. Die Vegetation des Sees selbst ist spärlich; Charawiesen von geringer Ausdehnung finden sich auf dem wenig geneigten Boden des Südufers. Bis zu 4 m Tiefe (der untern Grenze der Niveauschwankungen) herrscht grober Sand oder kantiges Geröll vor, ohne jede Vegetation; unterhalb 4 m setzt in ruhigen Buchten Pflanzenwuchs ein, untermischt mit wenig zersetztem, grünlichem Detritus.

Der Lünersee liegt in der Trias. Nach Löwl (33) ist der obere Seeteil durch einst vom Cavelljoch und der Totalp herunterfließende Gletscher erodiert worden, während die trichterförmige Mulde des untern Abschnitts die Folge eines Einsturzes ausgewaschener, unter das „Seebord" einfallender Gipsschichten darstellt.

Föhnartige Winde erzeugen bedeutenden Wellenschlag; er verunmöglichte in den ersten Tagen unseres Aufenthaltes fast jede Arbeit auf dem See.

Die Temperatur des Wassers an der Oberfläche betrug vom 5.—13. Oktober 7° C. Zschokke (57) stellte im Lünersee folgende Temperaturen fest:

Tab. 2.

Datum	Äußerste Temperaturen	Mittelwerte
1890 6.—10. August	10° —12° C	11,15° C
1891 20.—27. Juli	8,5°—11,3° C	10,2° C
1891 5.—6. Oktober	8,5°— 9° C	8,75° C
1892 23.—28. Juli	6,5°— 7,5° C	6,8° C
1893 23.—25. August	12° —14° C	12,8° C
1895 1. Juni (unter Eis)	1° C	1° C
1897 19.—20. Juli	8,5° C	8,5° C

Zwei vom Cavelljoch herunterfließende Bäche hatten am 15. Oktober, 4 Uhr abends, eine Temperatur von 5° C und 7° C; zwei andere vom Rellsthalsattel kommende 4,5° C und 8° C. Für den größern der beiden Bäche vom Cavelljoch gibt Zschokke (57) folgende Temperaturen an:

1890	7.—10. August 6—11° C	1891	6. Oktober 6° C
1891	20. Juli 8,5° C	1893	23. August 12° C.

Am 5. Oktober 1911 fiel ca. 50 cm Neuschnee, welcher aber bald wieder bis zur Höhenlage von einigen Hundert Metern über dem See zurückging; niedergehende Lawinen fielen dabei über die hohen Felswände des Schafgafalls direkt in den See.

Der See ist nach Zschokke von Ende November oder anfangs Dezember bis Ende Mai oder anfangs Juni mit Eis bedeckt; der Abschluß unter Eis beträgt somit ca. 180—190 Tage.

Die Niveauschwankungen betragen ca. 7 m; zur Fangzeit, im Herbst 1911, lag der Seespiegel etwa 3 m unter der Maximalhöhe, ein breiter pflanzenloser Gürtel umsäumte den See.

2. Der Davosersee.
(Taf. I, Figur 2).

Höhe ü. M.: 1562 m, Länge: 1,4 km, Breite: 0,5 km, Maximale Tiefe: 53,5 m. Das linke Ufer wird durch den steilen, bewaldeten Südabhang des Seehorns gebildet. Rechterseits grenzen stark geneigte Weiden an den See, mehrfach unterbrochen von anstehendem Fels. Am obern Ende fällt das aus Moränenschutt aufgebaute Ufer wenig geneigt zum See ab; am untern Ende bilden die Schuttkegelmassen des Flüelabaches ein ziemlich flaches Ufer.

Hochgewachsene Bestände von Laichkraut (bis 4 m Tiefe beobachtet), Equiseten und Charawiesen (bis 20 m Tiefe) bilden an manchen Stellen einen breiten Vegetationssaum. Hauptzuflüsse sind der Totalpbach und der Bach vom Salzertöbeli. Die Niveauschwankungen sind sehr gering. Der Ausfluß, das Landwasser, ergießt sich in die Albula und mit ihr in den Rhein.

Der See liegt im Kristailln; er erhält aber auch Zuflüsse aus der Trias und Serpentinschichten; für seine Entstehung wird Gletschererosion geltend gemacht.

Bourcart (8) stellte am 21. Juli 1903, 3 Uhr nachmittags eine Transparenz von 9 m fest, eine Oberflächentemperatur von 13,3° C, in der Tiefe 5,5° C. Am 30. Juli 1912 fand ich am Ufer eine Temperatur von 15,5° C; nach mündlichen Mitteilungen des Badmeisters von 1909 und 1910 betrug die höchste von ihm gemessene Temperatur in der Badanstalt 21° C. Eine solch hohe Temperatur dürfte aber beschränkt sein auf die Umgebung der Badanstalt, die in einer seichten und ruhigen Bucht liegt.

Nach den mir mitgeteilten Beobachtungen des Fischmeisters Herr L. Kaiser, Davos, ist der See von Mitte Dezember bis Mitte Mai mit Eis bedeckt.

3. Der St. Moritzersee.
(Taf. I, Figur 3.)

Der St. Moritzersee ist der unterste der Seenreihe des Oberengadins. Höhe ü. M.: 1767 m, Länge: 1,5 km, Breite: 0,5 km, Maximale Tiefe: 44,4 m. Die Ufer fallen mit Ausnahme des obern Seendes steil ab; das rechte Ufer ist bewaldet. Reiche, bis 4 m Tiefe beobachtete Laichkrautwiesen finden sich besonders in der Nähe des Ausflusses. Der Hauptzufluß ist der aus dem ca. 3 km talaufwärts gelegenen Capfèrsee abfließende Inn, welcher auch den See wieder entwässert. Außerdem ergießen sich rechts und links je drei kleine, etwa 2,5 km lange Zuflüsse in den See. Die vom Dorf St. Moritz eingeleitete Kanalisation verursacht in der Mulde des Sees stark fauligen, schwarzen Schlamm, welcher ekelerregend nach Schwefelwasserstoff riecht. Die Niveauschwankungen des Sees sind gering.

Der St. Moritzersee liegt zum Teil im Kristallin, daneben nimmt noch die Trias Anteil an seiner Umgrenzung.

Bourcart (8) stellte am 24. Juli 1903, 9 h morgens an der Oberfläche eine Temperatur von 11° C fest, in der Tiefe 6,5° C. Am 28. Juli 1912, 11 h morgens konstatierte ich an der Oberfläche 13,5° C.

4. Der Sivaplanersee.
(Taf. I, Figur 4.)

Höhe ü. M.: 1794 m, Länge: 3 km, Breite: 1,4 km, Oberfläche: 2,65 km², Maximale Tiefe: 77,1 m. Linkerseits führt die Malojastraße dem Ufer entlang; die beidseitigen Talhänge tragen Lärchen-

wälder. Sowohl gegen den talabwärts liegenden Campfèrsee, als auch gegen den talaufwärts gelegenen Silsersee wird er durch je einen mächtigen Schuttkegel abgegrenzt. Alle drei Seen bildeten ehemals ein einheitliches Becken.

Makroskopischen Pflanzenwuchs fand ich noch in 20 m Tiefe.

Neben dem Hauptzufluß aus dem Silsersee, dem Inn, erhält der Silvaplanersee mehrere seitlich einmündende Sturzbäche. Die Niveauschwankungen sind gering.

Am 24. Juli 1903 fand Bourcart (8) eine Oberflächentemperatur von 10° C, in der Tiefe eine solche von 5° C. Der See wird begrenzt von Granit, Serpentin, Chloritschiefer und Trias.

5. Der Silsersee.
(Taf. I, Figur 5.)

Höhe ü. M.: 1800 m, Länge: 5 km, Breite: 1,4 km, Oberfläche: 4,14 km², Maximale Tiefe: 71,1 m. Linkerseits führt die Malojastraße dem See entlang, die Talhänge sind mit Lärchen bewachsen. Unweit des obern Seendes bricht das Tal mit der wenig höher als der See gelegenen Paßhöhe des Maloja ab. Neben dem Hauptzufluß aus dem Fextal erhält der See mehrere Sturzbäche von den das Tal begleitenden Bergzügen. Das Niveau ist annähernd konstant. Die langgestreckte Form des Sees und der ungehinderte Zutritt des Windes vom Maloja her begünstigen eine beträchtliche Wellenbildung.

Characeen brachte das Netz noch aus 20 m Tiefe herauf.

Die Eisbedeckung beträgt im Durchschnitt 156 Tage.

6. Der Lucendrosee.
(Taf. I, Figur 6.)

Der unweit der St. Gotthardtpaßhöhe gelegene See liegt in 2077 m Höhe ü. M. Länge: 0,8 km, Breite: 0,3 km, Maximale Tiefe: 36,2 m.

Der See ist eingeschlossen von steilen Bergen von bedeutender Höhe. Dem See fehlt eine nennenswerte Flora. Den Hauptzufluß erhält er vom Lucendrogletscher.

Bourcart (8) stellte am 16. Juli 1904 an der Oberfläche eine Temperatur von 4,4° C fest. Am 21. Juli 1912 hatte der See nach reichlichem Schneefall (50 cm) an der Oberfläche 4° C. An einer Bacheinmündung betrug die Temperatur 4,5° C. Bedeutende

Höhe über Meer, die Lage im Schatten hoher Berge, die kalten Schmelzwasserbäche bei relativer Kleinheit des Sees halten ihn wohl den ganzen Sommer hindurch auf sehr niedriger Temperatur. Dr. C. Walter stellte nach persönlicher Mitteilung am 20. Juli 1908 in der flachen, kleinen Bucht des untern Seendes 6° C fest. Eine Sommerstagnation dürfte demnach kaum zur Ausbildung kommen oder höchstens kurze Zeit dauern. Genaue Daten über Eisbedeckung fehlen mir, doch erwähnt Zschokke (57), daß der See Ende Juni 1899 noch mit Eis bedeckt war. Die Niveauschwankungen sind gering.

Der See liegt ganz im Granit.

7. Der Oeschinensee.
(Taf. I, Figur 7.)

Höhe ü. M.: 1583 m, Länge: 1,7 km, Breite: 1,0 km, Maximale Tiefe bei hohem Wasserstand: 63 m. Auf drei Seiten begrenzen den See senkrechte Felsabstürze oder steile Hänge. Das untere Ufer wird durch die postglazialen Bergsturzmassen vom Doldenhorn gebildet, welche den einstigen Talfluß zum heutigen See stauen. Auf ihnen stehen Nadelholzbäume der obern Waldgrenze.

Groll (23) beobachtete eine jährliche Niveauschwankung von 18,5 m senkrechter Ausdehnung. Durch diese großen Schwankungen wird jede Litoralflora unterdrückt; eine kahle, steinige Zone umzieht die untern Flachufer des Sees.

Kurze und steile Schmelzbäche führen dem See das Wasser von der Blümlisalpgruppe zu.

Nach Groll erwähne ich folgende Temperaturen:

	Oberfläche	Tiefe
27. August 1901	16,0° C	5,2° C (54 m)
16. September 1901	12,7° C	4,6° C (54 m)
30. Oktober 1901	6,6° C	4,6° C (54 m)
21. Januar 1902	1,2° C	4,4° C (40 m)
20. März 1902	0,7° C	4,3° C (30 m)
30. Mai 1902	5,2° C (6 Tage vorher noch ganz gefroren, in der westlichen, flachen Bucht 9,5° C).	

Die höchste von Groll gemessene Temperatur betrug am 6. August 1902, nachmittags: in 0 m: 16,9° C, in 2 m: 13,2° C.

Der See ist von Ende November bis anfangs Mai zugefroren.

III. Systematische und faunistische Bemerkungen.

1. Rhizopoda.

Die kosmopolitische und ubiquistische Natur der meisten Rhizopoden ließ, nachdem Zschokke (57) im Gebiet des Rhätikons acht Arten nachgewiesen hatte und durch Menzel (36) neuerdings dieser Liste weitere Mitglieder beigefügt wurden, auch in den Seen der Hochalpen eine reichere Ausbeute erwarten, als dies bis anhin der Fall war. Die für den Lünersee mit besonderer Sorgfalt durchgeführten Nachforschungen bestätigten die Richtigkeit der Erwartung.

Die aus 28 diesem See entnommenen Schlammproben ausgesuchten Rhizopoden, an Zahl über 2000 Exemplare, gehören 22 Arten an.

Corycia penardi Awerinzew. Ein Exemplar in 84—100 m Tiefe des Lünersees.

Difflugia piriformis Perty gehört zu den häufigsten Formen.

Difflugia piriformis var. *lacustris* Pen. erreicht in den Hochalpenseen beträchtliche Größen; von etwa 200 gemessenen Exemplaren erhielt ich ein Mittel von 190 μ, während nach Penard (39) 160 und 180 μ als Grenzen gelten; das größte Exemplar hatte eine Länge von 247 μ. Den genannten ähnliche Größenzahlen (180 bis 250 μ) meldet Bornhauser (7) von seinen in Quellen gefundenen Exemplaren dieses Rhizopoden.

Difflugia elegans Pen. tritt fast in allen Proben auf; aber nie sehr häufig.

Difflugia elegans var. *teres* Pen. ist vielfach kaum zu unterscheiden von ihrer Stammform, eine Beobachtung, die auch Zschokke (60) machte.

Difflugia varians Pen. fand ich nur in einem Exemplar von 115 μ Größe.

Difflugia fallax Pen. ist in den tieferen Proben des Lünersees fast regelmäßig vorhanden.

Difflugia lanceolata Duj. erscheint in zwei nach dem Gehäusebau gut unterscheidbaren Formen. Pénard (39) unterscheidet eine *forma genuina* (*D. globulosa* Duj.) und eine *forma globularis* (*D. globularis* Wallich). Die eine der von mir gefundenen Formen entspricht durchaus der letztgenannten Unterart; ihre Größe

bewegt sich zwischen 124 μ und 158 μ. Die andere Form trägt ein starkes, aus großen, flachen Steinchen aufgebautes Gehäuse; typisch für dasselbe sind stets zwei bis vier daran angeheftete Steinchen, die einen Durchmesser von einem Drittel des ganzen Gehäuses erreichen können. Während Pénard für die Form *genuina* 70 —110 μ Länge angibt, schwankt die Größe meiner Form zwischen 99 μ und 247 μ. Sowohl in ihrer Gestalt als auch in ihren Maßen stimmt sie vollkommen mit der von Blanc (5) beschriebenen und auf Taf. II, Fig. 16 abgebildeten Form von *D. globulosa* überein. Blanc fand dieselbe nicht selten in 50—80 m Tiefe des Genfersees. Auch im Lünersee findet sie sich am zahlreichsten unterhalb 50 m Tiefe, ohne jedoch gegen das Ufer hin selten zu werden.

Difflugia lemani Blanc. Der von Heinis (24) unter Vorbehalt gemeldete Fund von *D. lemani* aus dem Oberalpsee erhält durch die Funde im Litoral des Lünersees seine Bestätigung für die Hochalpen. Die Art ist in den untersuchten Gewässern häufig. Sie mißt im Mittel 250 μ und erreicht ein Maximum von 300 μ.

Difflugia avellana Pen. Ziemlich seltene Art in den untersuchten Seen.

Difflugia lebes Pen. An einer pflanzenreichen Stelle in 11 bis 24 m Tiefe des Lünersees war *D. lebes* auffallend groß und zahlreich; mit 405 μ überschritt der ohnehin schon große Wurzelfüßer das gewöhnliche Maß; er scheint in den seichten Wasserschichten besser zu gedeihen als in der Tiefe.

Difflugia hydrostatica var. *lithophila* Pen. Wenige Exemplare in der Tiefe des Lünersees gefunden.

Difflugia constricta (Ehrbg.) herrscht in der Tiefe von 0 bis 40 m des Lünersees vor; selbst kahle Felsen und Geröllhalden scheut sie nicht; auch Bornhauser (7) hat sie als eine der genügsamsten Quellenbewohnerin erkannt und Menzel (36) fand sie im Rhätikon noch auf der Salzfluh (2820 m).

Centropyxis aculeata Stein zeigt ähnliche Vorliebe für die geringen Tiefen wie die vorige Art.

Pontigulasia spectabilis Pen. tritt in allen Tiefen des Lünersees auf; aber nie häufig.

Pontigulasia bigibbosa Pen. fand sich nur in der Tiefe und nur vereinzelt.

Lecquereusia modesta Rhumbl. Nur in einem Exemplar gefunden.

Heleopera petricola Leidy ist in allen Tiefen relativ häufig.

Heleopera petricola var. *amethystea* Pen. Die aus der Tiefe der Randseen, dem Sphagnumweiher, den Quellen- und Höhlengewässern bekannte Art erreicht im Litoral des Lünersees Größen von 120—156 μ.

Phryganella nidulus Pen. In den meisten Proben vorhanden; nie häufig.

Campascus triqueter Pen. In wenigen Exemplaren in mittleren Tiefen des Lünersees gefunden.

Nach ihrer Herkunft teilen Pénard (38) und Zschokke (60) die Rhizopoden in die Gruppen der „Erratischen" und „Lakustrischen" ein; die gefundenen Arten nach dieser Einteilung geordnet, führt zu folgenden Listen:

a) Erratische Rhizopoden.	b) Lakustrische Rhizopoden.
1. Difflugia piriformis	1. Difflugia piriformis var. lacustris
2. „ elegans	2. „ elegans var. teres
3. „ varians	
4. „ fallax	
5. „ lanceolata	
6. „ globulosa forma genuina	3. „ hydrostatica var. lithophila
„ globulosa forma globularis	
7. „ avellana	
8. „ constricta	
9. Centropyxis aculeata	
10. Pontigulasia spectabilis	
11. Lequereusia modesta	
12. Heleopera petricola	4. Heleopera petricola v. amethystea
13. Phryganella nidulus	
14. Corycia penardi.	
	5. Difflugia lemani
	6. „ lebes
	7. Pontigulasia bigibbosa
	8. Campascus triqueter

Beim Vergleich der Rhizopodengehäuse aus dem Untersuchungsgebiet mit denjenigen ihrer Artgenossen aus dem Flach-

land erhielt ich den Eindruck, daß erstere aus gröberem Material aufgebaut sind; dunkle Färbung und unregelmäßige Oberfläche, hervorgerufen durch einzelne vielkantige Steinchen, sind meist charakteristisch für die Rhizopoden der hochalpinen Seen.

Von einer Größenzunahme der lakustrischen Formen mit zunehmender Tiefe habe ich trotz zahlreichen Messungen nichts wahrnehmen können; sowohl die Tiere aus der größten Tiefe, als auch diejenigen aus dem Litoralsaum entsprechen den von Pénard (39) angegebenen Maßzahlen.

Difflugia constricta und *Centropyxis aculeata* hingegen nehmen mit zunehmender Tiefe an Größe ab und kennzeichnen sich dadurch als Uferbewohner, wofür außerdem ihre mit zunehmender Tiefe kleiner werdende Frequenzzahl spricht.

Quantitativ nehmen die verschiedenen Arten sehr ungleichen Anteil an der Zusammensetzung der Rhizopodenfauna; diese

Art:	Zahl der Proben, welche die Art enthielten. Von 28:	Zahl der in allen Proben gefundenen Exemplare[1])
1. Difflugia piriformis	24	320
2. „ globulosa forma genuina	24	284
3. „ constricta	24	273
4. „ globulosa forma globularis	23	234
5. „ piriformis var. lacustris	23	225
6. „ elegans var. teres	22	170
7. Heleopera petricola	22	131
8. Difflugia lemani	19	118
9. Centropyxis aculeata	18	115
10. Phryganella nidulus	18	58
11. Pontigulasia spectabilis	17	43
12. Difflugia elegans	17	40
13. „ lebes	9	38
14. „ lanceolata	9	15
15. Heleopera petricola var. amethystea	8	15
16. Difflugia fallax	7	13
17. „ hydrostatica var. lithophila	7	11
18. „ avellana	6	9
19. Campascus triqueter	4	7
20. Difflugia varians	1	1
21. Pontigulasia bigibbosa	1	1
22. Lecquereusia modesta	1	1
23. Corycia penardi	1	1

[1]) Für Fänge, bei welchen die gefundenen Exemplare nicht gezählt wurden, sind Durchschnittswerte eingesetzt worden.

relative Häufigkeit der einzelnen Arten soll für den Lünersee durch umstehende Tabelle illustriert werden.

2. Infusoria.

Von dieser Gruppe wurden nur die auf Crustaceen, Hirudineen und Pisidien festsitzenden Formen bestimmt; meistens war an dem konservierten Material eine sichere Erkennung nur bis zur Gattung möglich.

Vorticella campanula Ehrbg. sitzt fast regelmäßig auf *Cyclops albidus*; dies war besonders häufig der Fall bei den im St. Moritzersee gefangenen Krebsen. Auf *C. serrulatus* ist *V. campanula* seltener.

Vorticella spec. Vielleicht ist diese nicht bestimmbare *Vorticella* dieselbe Art wie die vorhergehende.

Epistylis digitalis Ehrbg. sitzt häufig auf *Cyclops albidus*; Antennen und Rostrum des Krebses sind besonders stark von dem Infusor bedeckt.

Epistylis spec. Sie bildete starke Kolonien am Vorderrande von *Pisidium ovatum.*

Pyxidium cothurnoides Kent. traf ich im St. Moritzersee auf *Cyclops albidus* an.

Pyxidium spec. Häufig auf *Cyclops vernalis.*

Tokophrya cyclopum Clap. ist weitaus das häufigste Infusor. Rostrum und Antenne von dem im St. Moritzersee die Tiefe bewohnenden *Cyclops viridis* waren fast regelmäßig von dichten Beständen dieser Art besetzt. *T. cyclopum* stellte sich ebenfalls ein auf *C. albidus* des Davosersees; die Art benützt auch *Gammarus pulex* als Unterlage. Auf dem pelagisch lebenden *C. strenuus* habe ich *T. cyclopum* nur einmal beobachtet.

3. Hydrozoa.

Hydra vulgaris Pall. Die meisten Tiere waren rot gefärbt; sie stammen hauptsächlich aus litoralen Pflanzenrasen. *H. vulgaris* war im Juli häufig in Knospenbildung begriffen. Zschokke (57) vermißte im Oktober (1891), also zur gleichen Jahreszeit, in welcher ich meine Fänge im Lünersee ausführte, *H. vulgaris* ganz; als minimale Temperatur, bei der sie auftritt, stellte Zschokke 10° C fest. Während meinem Aufenthalte hatte das Wasser konstant 7° C; doch war diese Temperaturerniedrigung jedenfalls erst seit kurzer Zeit eingetreten.

Hydra viridissima Pall. fand ich in der Uferflora des Davosersees.

4. Turbellaria.

Die große tiergeographische Bedeutung der Tricladen veranlaßte mich, auf ihre Systematik etwas näher einzugehen. Die dabei gewonnenen Resultate sind für das Verständnis der nachfolgenden, von bisherigen Ansichten etwas abweichenden Auffassung der tiergeographischen Stellung der gefundenen Turbellarien wichtig.

Dendrocoelum infernale (Steinmann). Von einigen durch den Aufenthalt in der Seetiefe erworbenen morphologischen Merkmalen abgesehen, ist die im Öschinensee in 45—49 m Tiefe gefundene Turbellarie vollkommen identisch mit der von Steinmann und Gräter (47) aus dem Hölloch bei Schwyz beschriebenen *D. infernale*. Die in der Seetiefe erworbenen morphologischen Eigentümlichkeiten sind dieselben wie sie die Tiefenplanaria *(Planaria alpina)* im Silsersee aufweist. Geringe Körpergröße, relativ starke Entwicklung der Genitalorgane, geringe Pigmentierung und Verkümmerung der Augen sind die auffallendsten Abweichungen gegenüber ihren Artgenossen im Hölloch.

D. infernale besitzt im Öschinensee im Maximum eine Länge von 10 mm, während die Art in den Höhlengewässern 13 mm erreicht. Die Farbe ist milchweiß; sehr schwach gelbliche, hinter den Tentakeln beginnende Pigmentstreifen verlaufen parallel dem durchschimmernden Randsaum.

Die Geschlechtsorgane erlangen relativ bedeutendere Größe als bei den in Höhlen lebenden Beständen dieser Art. Das Flagellum ist, wie ich an Schnitten deutlich wahrnehmen konnte, handschuhfingerartig ausstülpbar; dabei wölben sich die seitlichen Einmündungsstellen der Samenleiter in das Penislumen vor, um fast eine geradlinige Fortsetzung desselben zu bilden.

Ein großer Teil der erbeuteten Tiere war geschlechtsreif; rotbraune, unbestielte Kokons enthielten 6—10 Embryonen.

Die meisten Tiere litten unter der Fangoperation nur wenig; nach einigen Stunden hatten mehrere Tiere den Rüssel abgestoßen, oder Penis und Rüssel ausgestülpt. Asexuelle Teilung beobachtete ich keine.

Der Wohnbezirk dieser Art ist im Öschinensee nur über einen kleinen Teil des Sees ausgedehnt. In einem einzigen Dredgezug

in 45—49 m Tiefe erhielt ich 110 Exemplare. Ein kaum 80 m davon entfernter Fang lieferte nur ein einziges Exemplar, alle übrigen in diesem See gemachten Fänge förderten das Tier nicht zu Tage.

D. infernale wurde zum erstenmal durch Steinmann und Gräter (47) aus dem Hölloch bei Schwyz bekannt. Bornhauser (7) fand die Art in verschiedenen Quellen der Umgebung von Basel. Ich selbst stellte die Turbellarie im Goldbrunnen, einem Spaltengewässer am Paßwang (Jura) fest.

Planaria alpina (Dana). Im Lünersee dredgte ich nur vier Exemplare dieser Art; das eine, litoral gefundene Tier war von normaler Größe und Farbe, drei in Tiefen von 80—100 m erbeutete Individuen waren hingegen sehr klein, von kümmerhaftem Aussehen und unreif. Dasselbe gilt von den zwei aus dem Davosersee heraufgeholten Tieren (aus 18—35 m) und ebenso von drei im Silvaplanersee (0—22 m) gefundenen. Im Silsersee habe ich *P. alpina* nur in zwei Exemplaren an einer Bacheinmündung (0—7 m) erhalten und von analoger Stelle stammt ein Exemplar dieser Art aus dem Öschinensee (0—4 m).

Im Lucendrosee hingegen ist *P. alpina* häufig und bewohnt alle Tiefen von 0—35 m, ohne irgendwie Degenerationserscheinungen zu zeigen. Alle im Lucendrosee gefundenen Tiere haben dasselbe Aussehen wie die Tiere in den einfließenden Bächen; weder Färbung noch Größe oder Augenbildung sind abweichend von den Bachbewohnern. Die meisten der gedredgten Tiere waren, wohl infolge der Beunruhigung durch die Fangoperation, in lebhafte asexuelle Teilung eingetreten. Von 70 Tieren waren drei geschlechtsreif.

Auf die *P. alpina* betreffenden faunistischen Unterschiede zwischen den einzelnen Seen soll weiter unten noch eingegangen werden.

Planaria bathycola (Steinmann) (= *P. alpina* var. *bathycola* Steinmann). Daß es sich bei der von mir im Silsersee gedredgten farblosen Planarie um die von Steinmann (49) aus diesem See beschriebene *P. alpina* var. *bathycola* handeln würde, war schon nach den rein äußerlichen Merkmalen anzunehmen. Hingegen wollte ich mir durch die anatomischen Untersuchungen Aufschluß verschaffen über die Beziehungen dieser „Tiefenvarietät" zur Stammform *P. alpina*.

Zschokke (60) nimmt an, daß die aus den einfließenden Bächen und dem Seeufer bis zum Seegrunde vordringende *P. alpina* unter den veränderten Bedingungen der Seetiefe nach wenigen Generationen zur „Kümmerform" *P. alpina* var. *bathycola* abgeändert werde und schließlich zugrunde gehe; durch Neuankömmlinge aus dem Ufer oder den Bächen aber würde sie stets wieder ersetzt.

Meine Untersuchungen führen mich hingegen zum Schlusse, daß *P. alpina* var. *bathycola* der Seetiefe heute biologisch vollkommen unabhängig ist von *P. alpina* der Bäche; sie stammt systematisch von *P. alpina* ab, ist aber heute zu einer vollkommen selbständigen Art geworden. Aus diesem Grunde bezeichne ich die Tiefenform als *P. bathycola* (Steinmann), wozu mir auch Herr Dr. Steinmann riet. Der nachfolgende Vergleich beider Arten soll die heute morphologisch-anatomisch und biologisch scharf gezogenen Grenzen zwischen *P. alpina* und *P. bathycola* dartun.

Steinmann gibt als Länge der geschlechtsreifen *P. bathycola* ca. 5 mm an. Meine Messungen an etwa 30 Exemplaren ergaben, daß die Geschlechtsreife sogar schon bei 3,2 mm eintreten kann; das größte überhaupt gefundene Tier hatte eine Länge von 5,4 mm; die Masse der Großzahl der gefundenen Exemplare bewegt sich innerhalb der Grenzen von 3,5 mm bis 4,5 mm. Die Breite beträgt 0,8 mm bis 1,0 mm.

Verglichen mit *P. alpina*, die eine Länge von 16 mm erreicht, steht ihr die Turbellarie der Silserseetiefe an Größe weit zurück.

P. bathycola ist konstant gelb-weiß, oft sogar schwach hyalin, während die meist schiefergrau bis schwarz gefärbte *P. alpina* in der Farbe stark wechselt.

Eine Auflösung oder Verdoppelung der Augen, wie sie Steinmann beobachtete, konnte ich nicht feststellen. Der Augenbecher ist flach; er bildet eine wenig tiefe Schale; von der Seite gesehen erscheint er oft sogar als kaum gewölbte Pigmentplatte von geringer Dicke.

Bei *P. alpina* bildet der Augenbecher eine Halbkugel und ist dunkel gefärbt. Das Öffnen des Bechers bei *P. bathycola* ist jedenfalls eine Folge des Aufenthaltes in der Dunkelheit, da bei der Lichtlosigkeit keine Abblendung mehr notwendig ist.

Die Zahl der Divertikel der hintern Darmäste bei *P. bathycola* beträgt in der Regel 10—11, nur bei einem einzigen Exemplar

zählte ich 14; oft sind einzelne Seitenzweige stark reduziert. Die von STEINMANN festgestellte Vergrößerung der Divertikelzahl des Kopfdarmes habe ich bei keinem Exemplar wieder finden können; 8—10 Äste jederseits bildeten die Norm. Das Schema für die Darmdivertikel lautet somit: 10—11, 2 (8—10), 10—11.

Bei *P. alpina* beträgt die Divertikelzahl: 16—20, 2 (8—10), 16—20.

Die Geschlechtsorgane sind bei *P. bathycola* im Verhältnis zur Größe des Tieres mächtig entwickelt; der Penisbulbus erreicht die Ventralfläche und wölbt die Dorsalseite des Tieres bedeutend auf. Anatomisch ist, wie schon STEINMANN nachwies, der Geschlechtsapparat von *P. bathycola* ähnlich gebaut dem der *P. alpina;* der Penis ist plump und zapfenförmig und erreicht einen relativ großen Durchmesser; er betrug in einem Frontalschnitt 39 μ bei einer Ausdehnung des Bulbus von 244 × 166 μ.

Bei *P. alpina* hat der Penis eine schlanke und konische Gestalt.

Als Minimum für die Zahl der Hodenfollikel gibt STEINMANN (50) für die Paludicolen wenigstens 50 an; bei *P. bathycola* stellte ich nie mehr als 20—24 fest; dafür aber sind diese stark entwickelt und erreichen vielfach Durchmesser von 180—210 μ. STEINMANN (49) fand sogar 250 μ als größte Ausdehnung derselben. Die Hodenfollikel reichen von der Ventralseite bis zur Dorsalfläche des Tieres und keilen sich zwischen die Darmäste und benachbarten Follikel ein, wodurch sie eine polygonale Gestalt erhalten. Die Hoden verteilen sich über die vordern zwei Drittel des Körpers.

Bei *P. alpina* liegen die Hoden nur ventral.

Von den 98 im Silsersee erbeuteten Exemplaren von *P. bathycola* waren am 25. und 26. Juli 85 % geschlechtsreif. Zahlreich lagen rotbraune Kokons auf dem Seegrunde; ihr Durchmesser betrug 1,0 mm. Die Zahl der darin enthaltenen Embryonen wechselte; in der Regel fand ich nur einen, doch öffnete ich auch einen Kokon mit zwei, und einen solchen mit fünf Embryonen.

Im Lucendrosee waren am 21. und 22. Juli von 70 erbeuteten *P. alpina* 4 % geschlechtsreif; die Kokons dieser Art besitzen einen Durchmesser von 1,6 mm und enthalten 15—30 Embryonen.

Trotzdem ich die im Silsersee gemachten Fänge mehrere Stunden mit zahlreich darin enthaltenen *P. bathycola* in Wasser von einer Temperatur von 18° C stehen ließ, zeigte kein einziges Tier auch nur Andeutungen einer asexuellen Teilung.

Im Lucendrosee gefangene *P. alpina* waren nach derselben Zeit fast ohne Ausnahme in Querteilung eingetreten, trotzdem das Schneewetter die in den Gläsern enthaltenen Fänge auf niedriger Temperatur hielt.

P. bathycola verbreitet sich im Silsersee vertikal von 7 m bis zu 70 m Tiefe und horizontal über das ganze Seebecken. Doch zeigt sie in der Bucht nördlich der Halbinsel Chasté ein deutliches Häufigkeitszentrum; ein einziger Fang in 25—35 m lieferte daselbst 74 Exemplare. *P. bathycola* wurde auch für die Tiefe des Léman nachgewiesen und ebenso für den Luganersee.

Von *P. alpina* fand ich im Silsersee nur zwei Exemplare an einer Bacheinmündung. Im Lucendrosee ist sie in allen Tiefen häufig.

Zusammenfassend seien die wichtigsten Unterschiede einander gegenübergestellt:

	Planaria bathycola	Planaria alpina
Länge der geschlechtsreifen Tiere	3,2—5,4 mm	16 mm
Farbe	gelbweiß, konstant	schiefergrau bis schwarz, variierend
Form der Augenbecher	flach schalenförmig	tief halbkugelförmig
Schema der Darmdivertikel	10—11,2 (8—10), 10—11	16—20,2 (8—10), 16—20
Geschlechtsorgane	relativ groß	normal
Penis	plump, zapfenförm.	schlank, konisch
Zahl der Hodenfollikel	20—24	mindestens 50
Lage der Hoden	ventral bis dorsal	nur ventral
Geschlechtsreife Tiere in %	85 % (Silsersee)	4 % (Lucendrosee)
Durchmesser der Kokons	1,0 mm	1,6 mm
Zahl der Embryonen im Kokon	1—5	15—30
Asexuelle Teilung	nicht vorhanden	häufig

Gegen die Annahme, daß *P. bathycola* sich im Silsersee heute nur dank einer immerwährenden Zufuhr vom Ufer her erhalten könne, sprechen außer den hiervorn zusammengestellten morphologisch-anatomischen Unterschieden noch folgende Gründe:

Würde es zutreffend sein, daß *P. bathycola* in der Tiefe des Silsersees eine durch ungünstige Lebensbedingungen erzeugte Kümmerform von *P. alpina* darstellt, so müßten diese nachteiligen Wirkungen, vom Ufer zur Tiefe fortschreitend, kontinuierlich stärker auf die Tiere einwirken und zwar in doppelter Weise.

Erstens müßte die Individuenzahl mit der Tiefe allmählich abnehmen; denn es ist nicht wahrscheinlich, daß aus einer im Ufer unter günstigen Verhältnissen lebenden, spärlich ausgestreuten Bevölkerung eine in der Tiefe unter ungünstigen Faktoren weiter vegetierende, reichere Kolonie entstehen sollte. Wie weiter oben aber gezeigt wurde und aus der Tabelle über die Tiefenverbreitung hervorgeht, ist die „Stammform" *P. alpina* sehr selten im Litoral des Silsersees (und mit Ausnahme des Lucendrosees auch in den andern untersuchten Seen); die „Kümmerform" *P. bathycola* aber ist in der Tiefe des Silsersees sehr häufig. Es könnte daran gedacht werden, daß *P. alpina* durch die kalten Schmelzwasser direkt zur Tiefe geführt würde, ohne nennenswerte Ansiedelungen im Ufer zu bilden. Die Abschwemmung aus einem Bach kommt aber hier nicht in Betracht, weil die größte Zahl von *P. bathycola* gerade da erbeutet wurde, wo kein Bach einmündet in der Nähe.

Zweitens müßte mit zunehmender Tiefe eine graduelle morphologische Umbildung zu konstatieren sein. Dies ist aber nicht der Fall. Übergangsformen, etwa in mittlerer Seetiefe, zwischen *P. alpina* und *P. bathycola* sind nicht nachweisbar. Größe, Farbe, Ausbildung der Augen und die anatomischen Verhältnisse sind nicht variierende Merkmale von *P. bathycola.* Diese konstanten Eigenschaften erscheinen übrigens schon in litoraler Tiefe und können daher kaum als individuelle Erwerbung infolge des Tiefenlebens gedeutet werden oder auch nur als solche im Verlauf einiger Generationen erworbener. Die in 35 m Tiefe des Lucendrosees gefangenen *P. alpina* von typischer Gestalt zeigen, daß die Pigmentlosigkeit und die Ausbildung flacher Augenbecher kaum eine in so geringer Seetiefe erworbene Eigenschaft sein kann, sonst hätte sie im Lucendrosee eintreten müssen wie im Silsersee, wo die Hauptmasse in nur 25—35 m erbeutet wurde; die Tiere des Lucendrosees hätten wenigstens Anfänge zur Reduktion zeigen müssen.

Fraglich würde bei der Annahme, daß *P. bathycola* aus den uferbewohnenden *P. alpina* hervorgehe, noch bleiben, warum im benachbarten Silvaplanersee diese Wanderung von *P. alpina* zur Tiefe nicht stattfand, da doch sonst keine wesentlichen faunistischen Unterschiede zwischen den beiden Seen zu bemerken sind.

Morphologische, biologische und faunistische Tatsachen sprechen somit gegen die Annahme, daß *P. bathycola* eine unter

den Verhältnissen der Seetiefe entstehende Kümmerform von *P. alpina* sei und auch heute noch die Seetiefe nur dauernd zu besiedeln vermöge, wenn stets neue Elemente vom Ufer her die in der Tiefe lebende Kolonie auffrischen. *P. alpina* und *P. bathycola* sind zwar systematisch nahe verwandt, *P. bathycola* bildet heute aber Bestände, welche von denjenigen der Stammform, *P. alpina*, längst getrennt sind. Anpassung an spezielle Bedingungen haben bei ihr zu unterscheidbaren morphologischen Umgestaltungen geführt. Wie wir uns diese Trennung etwa zu denken haben, soll in einem spätern Kapitel erörtert werden.

Rhabdocoelida gen. spec. Eine Bestimmung des konservierten Materials der im Silvaplaner- und Silsersee gefundenen Rhabdocoeliden gelang mir nicht mit Sicherheit, so daß ich von der Aufführung von Artnamen absehe.

5. Nematodes.

Die gesamte hier folgende Artenliste überließ ich schon früher Hofmänner und Menzel (27) zur Vervollständigung ihrer 1915 erschienenen Arbeit: Die freilebenden Nematoden der Schweiz. Die systematischen und faunistischen Resultate über die Mermithiden sind bereits publiziert in: Schmassmann (43), Beiträge zur Kenntnis der Mermithiden, 1914.

Aphanolaimus aquaticus v. Daday. Zwei Exemplare im sandigen Litoralsaum des Davosersees.

Monhystera dispar Bastian. Ein Exemplar nahe dem Ufer im Davosersee.

Monhystera vulgaris De Man. Das einzige Exemplar dieser Art, das ich Herrn Dr. Hofmänner zur Bestimmung vorlegte, erwies sich als das bis anhin unbekannte Männchen von *M. vulgaris*. —

Tripyla papillata Bütschli ist stets korkzieherartig aufgewunden. Von 496 aus dem Lünersee bestimmten Exemplaren dieser Art entfielen auf:

Männchen:	156	Exemplare
Weibchen:	173	„
Unreife Tiere:	167	„

Die „Reihe medianer Papillen vor dem After des Männchens“ (De Man, 34) dehnt sich bei alten, geschlechtsreifen Tieren bis

zum Mundende aus. Die in ungleichmäßigen Abständen stehenden Papillen sind in der Mitte des Wurmes am kleinsten, gegen die Körperenden nehmen sie an Größe zu.

Ethmolaimus revaliensis Schneider. Zwei Exemplare in litoraler Tiefe (1—7 m) des Silvaplanersees.

Mononchus macrostoma Bastian tritt in allen Tiefen auf, aber immer nur spärlich.

Mononchus papillatus Bastian. Hofmänner und Menzel (27) führen unter *M. papillatus* auf Anraten De Mans auch *M. muscorum* (Duj.) auf. Meine Exemplare weisen eine so starke Zähnelung der Chitinleiste der Mundhöhle auf, daß ich es kaum für möglich halte, De Man habe diese übersehen. Bevor eine weitgehende Variation dieser Zähnelung nachgewiesen ist, scheint mir die Zusammenfassung beider Arten als nicht berechtigt.

Mononchus Zschokkei Menzel. Das im Lünersee gefundene Männchen ist bis jetzt das einzige aus dem Wasser bekannte Exemplar dieser Art. Menzel (35) fand sie häufig, aber terrestrisch.

Ironus ignavus Bastian. Von dieser Art entfallen auf die einzelnen Geschlechter nach einer Zählung der im Lünersee erbeuteten 1033 Exemplare folgende Zahlen:

Männchen:	337	Exemplare
Weibchen:	499	„
Unreife Tiere:	197	„

Diese Zusammenstellung ergibt, ähnlich den Befunden Hofmänners (26) ein Vorherrschen der Weibchen; doch ist das Verhältnis keineswegs so ungleich, wie es der genannte Autor im Genfersee fand (1 ♂ auf 4—8 ♀♀).

Mit *Ironus ignavus* synonym betrachteten Hofmänner und Menzel (27) wohl mit Recht *I. helveticus* v. Daday. Außer der von den genannten Autoren gefundenen Übereinstimmung der Fundorte vieler Exemplare von *I. ignavus* mit denjenigen von *I. helveticus* und der Größe und Morphologie beider Arten ist noch zu erwähnen, daß die von v. Daday (17) „am Vorderende des Ösophagus, unweit der Basis der Mundhöhle" stehenden „drei keilförmigen Zähne" Jugendmerkmale von *I. ignavus* sind. Mit der Reife schwinden diese Zähnchen; in einigen Fällen fand ich sie noch als Reste, als die ersten Anlagen der Spicula, resp. der Vulva vorhanden waren.

Brakenhoff (9) vereinigt mit *I. ignavus* auch *I. longicaudatus* Bastian und unterscheidet bloß zwischen einer langschwänzigen Form *I. ignavus typicus* und einer kurzschwänzigen *I. ignavus brevicaudatus*. Meine Exemplare gehören alle zu *I. ignavus brevicaudatus*. Nach einer Zusammenstellung der bisherigen Fundorte scheint überhaupt *I. ignavus brevicaudatus* (*I. ignavus* Bastian) ein Bewohner größerer Gewässer zu sein, während *I. ignavus typicus* (*I. longicaudatus* Bastian) mehr den tümpelartigen Gewässern eigen ist. Die Frage der Synonymität beider Arten scheint auf alle Fälle noch einer genauern Prüfung in dieser Hinsicht zu bedürfen.

Trilobus gracilis Bastian. Hauptsächlich in litoralen Tiefen.

Trilobus pellucidus Bastian. Ein Exemplar in litoraler Tiefe des Lünersees.

Plectus cirratus Bastian. Litorale Art.

Dorylaimus obtusicaudatus De Man. Wenige Exemplare im Silvaplaner- und Lucendrosee.

Dorylaimus spec. Den hieher gehörenden Nematoden konnte ich bei keiner Art mit Sicherheit unterbringen. Das im Lucendrosee gefundene Männchen hatte folgende Maße: Länge: 5,8 mm, $\alpha = 43$, $\beta = 5{,}2$ und $\gamma = 85$. Die Spicula sind plump, ähnlich wie bei *D. brachyuris* De Man oder *D. eurydoris* Dittlevsen, die akzessorischen Stücke parallel wie bei *D. laticollis* De Man oder *D. obtusicaudata* De Man. Präanale Papillen: 8, in ungleichen Abständen. Lippen kugelig, mit Papillen. Ösophagus in zwei Drittel seiner Länge verdickt.

Dorylaimus carteri var. *littoralis* De Man. Wenige Exemplare im Lucendrosee.

Dorylaimus attenuatus De Man. Litoral, nicht häufig.

Dorylaimus agilis De Man wies stets olivengrüne Färbung auf.

Dorylaimus stagnalis Dujardin. Den sonst gemeinen Nematoden fand ich in den Hochalpenseen auffallenderweise sehr selten.

Dorylaimus crassus De Man. Wenige Tiere im Lüner- und St. Moritzersee.

Dorylaimus flavomaculatus von Linstow. Selten und litoral.

Mermis arenicola Lauterborn. Ein hermaphrodites, reifes Männchen in 70 m Tiefe des Lünersees.

Mermis formosa Schmassmann. Ein Männchen und zwei Weibchen im Silsersee.

Art:	Lünersee	Davosersee	St. Moritzersee	Silvaplanersee	Silsersee	Lucendrosee	Öschinensee	Aus allen Seen zusammen
Total der gemachten Fänge . .	77	14	8	15	25	16	18	173
1. Ironus ignavus	1033	—	2	237	151	—	9	1432
2. Tripyla papillata	496	27	2	13	2	38	13	591
3. Dorylaimus agilis	31	2	3	41	1	3	—	81
4. Trilobus gracilis	24	34	1	16	1	—	—	76
5. Plectus cirratus	3	12	1	4	1	—	1	22
6. Mermis terricola	—	—	—	5	6	—	—	11
7. Paramermis rosea	—	—	1	3	3	—	—	7
8. Mononchus macrostoma . .	3	—	—	—	1	2	—	6
9. Dorylaimus stagnalis	1	—	1	1	—	—	3	6
10. „ flavomaculatus .	—	3	—	2	1	—	—	6
11. Plectus tenuis	—	3	—	1	—	—	—	4
12. Dorylaimus crassus	2	—	1	—	—	—	—	3
13. Paramermis contorta . . .	—	—	—	1	1	—	1	3
14. Aphanolaimus aquaticus . .	—	2	—	—	—	—	—	2
15. Ethmolaimus revaliensis . .	—	—	—	2	—	—	—	2
16. Mononchus papillatus . . .	—	—	—	—	—	2	—	2
17. Dorylaimus obtusicaudatus .	—	—	—	1	—	1	—	2
18. „ attenuatus	—	1	—	—	—	1	—	2
19. Mermis formosa	—	—	—	—	2	—	—	2
20. Monhystera dispar	—	1	—	—	—	—	—	1
21. „ vulgaris	—	—	—	—	—	1	—	1
22. Mononchus Zschokkei . . .	1	—	—	—	—	—	—	1
23. Trilobus pellucidus	1	—	—	—	—	—	—	1
24. Dorylaimus carteri var. littoralis	—	—	—	—	—	1	—	1
25. Mermis arenicola	1	—	—	—	—	—	—	1
26. „ subtilis	1	—	—	—	—	—	—	1
27. Paramermis Zschokkei . . .	—	—	—	1	—	—	—	1
Total in jedem See gefunden .	1597	85	11	328	170	49	27	2267

Mermis subtilis Schmassmann. Ein Männchen in 70 m Tiefe des Lünersees.

Mermis terricola Hagmeier. Häufig im Silser- und Silvaplanersee.

Paramermis zschokkei Schmassmann. Im Silvaplanersee in 30 m; außerdem bestimmte ich die Art auch aus dem Vierwaldstättersee.

Paramermis contorta (Lst.) emend. Kohn (1905). Nicht häufig.

Paramermis rosea Hagmeier. In allen Oberengadinerseen.

Bathymermis spec. Weibchen dieser von v. Daday (18) aufgestellten Gattung konnten nicht näher bestimmt werden.

Hydromermis acuminata Daday (?). Zwei Weibchen aus dem Silvaplanersee gehören wahrscheinlich hieher; beide waren aber noch unreif und nicht sicher bestimmbar.

Mermithidae gen. spec. Das mit sehr abnormer Kopfbildung versehene, vielleicht monströse Weibchen aus dem Silsersee habe ich im Zoolog. Anzeiger, Bd. 44, 1914, pg. 404, abgebildet.

Über die Häufigkeit der einzelnen Arten soll die Tabelle auf Seite 28 Aufschluß geben.

Aus der Tabelle geht hervor, daß *Ironus ignavus* und *Tripyla papillata* über alle andern Arten stark dominieren. *I. ignavus* ist nach den Untersuchungen von Hofstens (28) auch im Thuner- und Brienzersee der häufigste Nematode.

6. Oligochaetae.

Wie in der Einleitung bemerkt, verdanke ich die Bestimmung der Oligochaeten Herrn Dr. E. Piguet in Neuchâtel. Von ihm stammen auch Angaben über Geschlechtsreife der gefundenen Tiere, wie auch solche zur Synonymie einzelner Arten; hinzugefügt sind von mir Mitteilungen über vermutliche Beziehungen zum Fundort und einige geographisch-vergleichende Bemerkungen.

Die Fundorte der hier folgenden Arten konnten im Catalogue des Invertebrés de la Suisse, 1913, Piguet et Bretscher (40), Oligochaetes publiziert werden.

Paranais uncinata (Oersted). Von den 8 Fangorten lieferte nur der Fang 3 des Silsersees geschlechtsreife Tiere. Unter 14 Exemplaren waren 8 reife, eine prozentual für *P. uncinata* ziemlich große Zahl. Biologisch interessant dürfte dieser Hinweis sein, weil gerade der betreffende Fangort in geringer Tiefe und in einer flachen, sich gut erwärmenden Bucht liegt. Bretscher (12) fand *P. uncinata* zur kalten Jahreszeit im Zürichsee in reicher asexueller Teilung. Eine gewisse Abhängigkeit der sexuellen Fortpflanzung von genügend hoher Temperatur scheint also nicht unwahrscheinlich zu sein; damit dürfte auch die Seltenheit geschlechtsreifer Tiere an weniger günstigen Uferstellen der Hochalpenseen und auch ihre Vorliebe für litoral-sublitorale Tiefen im Zusammenhang stehen.

Nais pseudobtusa (Gervais). Unreife Tiere dieser Art fanden sich in einem reichen Bestand von *Potamogeton* des Davosersees.

Nais communis Piguet. Reife Tiere wurden keine erbeutet; als Fortpflanzungszeit gilt Juni und Juli.

Nais variabilis Piguet. Die Art fand ich nur im Lünersee, hier aber in litoraler und sublitoraler Tiefe sehr häufig. Geschlechtsreife Tiere wurden ähnlich wie bei *Paranais uncinata* nur an einem Fangort (Fang 4) erbeutet, an einer flachen, ruhigen Uferstelle einer Bucht, woselbst von 13 Exemplaren 5 reif waren, die einzigen der überhaupt reifen Tiere dieser Art. *N. variabilis* dürfte sich ebenfalls nur an Lokalitäten mit genügend hoher Temperatur sexuell fortpflanzen.

Stylaria lacustris Lamarck. Mit dem Nachweis dieser Art im St. Moritzer- und Silsersee tritt sie zum erstenmal als Bewohner hochalpiner Seen auf. In beiden Seen fand ich die Naidide litoral, doch nur unreif. Die Vermutung von Hofstens (28), daß die von ihm im Thunersee (35 m) an nur einem Standorte gefangene *St. lacustris* mehr zufällig in der Tiefe sei, stimmt mit meinen Beobachtungen überein. Wenn auch *St. lacustris* gelegentlich in der Tiefe subalpiner Seen gefunden wurde, so sprechen anderseits gerade die von Schuster (46) zusammengestellten Fundorte, vorwiegend Teiche und Tümpel, dafür, daß der Wurm vor allem flachen Gewässern angehört und in tiefen Seen das Litoral bevorzugen dürfte.

Tubifex tubifex (Müller). Geschlechtsreife Tiere und abgelöste Kokons waren sowohl im Juli als auch im Oktober sehr häufig. Die Art fehlt nur dem Öschinensee und tritt in den andern untersuchten Seen in großer Zahl auf; nur im Lüner- und Lucendrosee wird sie von *Stylodrilus heringianus* an Häufigkeit weit übertroffen.

Tubifex ferox (Eisen). Vom Ufer des Lünersees wird durch Zschokke (60) der der Tiefe subalpiner Seen charakteristische *Tubifex velutinus* Grube gemeldet. Doch gibt der genannte Autor an, daß sein Fund noch der Bestätigung bedürfe. Keiner der von mir gemachten Fänge enthielt *T. velutinus*. Bretscher (13) vermutet, daß es sich um eine Verwechslung mit *T. plicatus* Rand handle. Demgegenüber teilt mir Piguet folgendes mit: „Comme à ma connaissance *T. velutinus* n'a jamais été signalé d'une manière sur dans les alpes, et que d'autre part, *T. ferox* est

très commune, de même que dans les régions arctiques, il me semble à peu près certain que c'est lui *(T. ferox)* qu'on trouve dans les lacs du Rhaetikon."

Limnodrilus hoffmeisteri Claparède wurde nur in zwei Exemplaren in 15—20 m Tiefe des St. Moritzersees gefunden.

Limnodrilus spec. Wenige unreife Tiere, die nicht näher bestimmt werden konnten, stammen aus 1—2 m Tiefe des Davosersees.

Enchytraeidae gen. spec. Die Bestimmung war unmöglich, weil nie geschlechtsreife Tiere vorhanden waren. Auch Zschokke (60) fand im Vierwaldstättersee nie geschlechtsreife Exemplare dieser Gruppe.

Mesenchytraeus setosus Michaelsen. Ein unreifes Exemplar in 1 m Tiefe, in der Einmündung des Baches vom Cavelljoch in den Lünersee.

Stylodrilus heringianus Claparède. Die Art übertrifft im Lüner- und Lucendrosee alle andern Arten weit an Häufigkeit; 61 % der im erstgenannten See gemachten Fänge enthielten den Wurm, besonders reichlich in Tiefen von 30—80 m. Als identisch mit dieser Art möchte Piguet den aus den Rhätikonseen gemeldeten *Bythonomus lemani* Grube ansehen. Er schreibt mir: „je pense que le ver signalé sous le nom de *B. lemani* dans les lacs du Rhaetikon est en réalité *S. heringianus*, exactement pour la même raison, que dans le cas précédent *(T. velutinus* et *T. ferox)*. C'est du reste aussi l'opinion de Bretscher, qui a étudié personnellement les Oligochaetes des Hautes-Alpes grisonnes."

Durch die systematische Vereinigung von *St. zschokkei* mit *St. heringianus* (Catalogue, pg. 149. Fußnote 1) bildet das massenhafte Vorkommen in der Tiefe des Lünersees ein Analogon mit demjenigen im westlichen Abschnitt des Vierwaldstättersees, wo Zschokke (60) *St. zschokkei* bis zu 150 m Tiefe häufig und regelmäßig nennt. von Hofsten (28) meldet denselben Wurm aus der Tiefe des Thuner- und Brienzersees. Von einer sporadischen Verbreitung von *St. heringianus* kann daher nicht mehr gesprochen werden, um so weniger als auch in vielen Publikationen Bretschers *St. veidovsky* ebenfalls durch *St. heringianus* ersetzt werden muß (Catalogue, pg. 150, Fußnote 1). Der Wurm kann als einer der häufigsten Bewohner des Bodenschlammes der Seen gelten.

Lumbriculus variegatus Grube. von Hofsten (28) fand diese Art in 35 m Tiefe des Thunersees, doch nennt er dieses Vorkommen der weitverbreiteten Bach- und Uferform mit Recht ein zufälliges. Der tiefste Fundort dieser Art liegt auch nach meinen Beobachtungen in nur 28—35 m Tiefe des St. Moritzersees; im Litoral dieses und des benachbarten Silsersees ist die Art sehr häufig. Reife Tiere wurden keine erbeutet. Zschokke (60) vermutete, daß das Vorkommen von *L. variegatus* in den Hochalpen auf einer Verwechslung mit andern Arten beruhe; durch meine Funde dürften nun die frühern Angaben bestätigt werden.

Haplotaxis gordioides (G. L. Hartmann). Ein einziges unreifes Tier dieser immer nur vereinzelt auftretenden Art erbeutete ich in 25—35 m Tiefe des Silsersees.

Folgende Tabelle mag ein Bild der Häufigkeit der einzelnen Arten geben:

See:	Lünersee	Davosersee	St. Moritzersee	Silvaplanersee	Silsersee	Lucendrosee	Öschinensee	Total
Zahl der gemachten Fänge:	77	14	8	15	25	16	18	173
1. Stylodrilus heringianus . .	47	—	—	—	6	10	1	64
2. Tubifex tubifex	22	9	3	7	8	3	—	52
3. Lumbriculus variegatus . .	—	1	4	—	9	3	—	17
4. Tubifex ferox	1	—	—	3	8	—	—	12
5. Nais variabilis	12	—	—	—	—	—	—	12
6. Paranais uncinata	—	2	—	2	4	—	—	8
7. Nais communis	—	2	—	1	—	2	—	5
8. Stylaria lacustris	—	—	1	—	1	—	—	2
9. Nais pseudobtusa	—	1	—	—	—	—	—	1
10. Limnodrilus hoffmeisteri . .	—	—	1	—	—	—	—	—
11. Mesenchytraeus setosus . .	1	—	—	—	—	—	—	1
12. Haplotaxis gordioides . . .	—	—	—	—	1	—	—	1
Oligochaeten waren enthalten in:	64	12	6	10	18	12	1	123

7. Hirudinea.

Glossosiphonia heteroclita (L.). Ein Exemplar im Silsersee.

Glossosiphonia complanata (L.). Die Art tritt nur in litoralen Tiefen auf. Im St. Moritzersee gehörten zwei Exemplare zur Varietät *concolor* Apathy, zwei zu *verrucata* Müller.

Helobdella stagnalis (L.). Sämtliche Exemplare dieser Art trugen auf der Rückenplatte stattliche Büschel von *Epistylis*; Tiere mit an der Bauchfläche angehefteten, in der Entwicklung weit fortgeschrittenen Embryonen waren bei den im Juli gefangenen Exemplaren häufig; die Zahl der Embryonen betrug bis 22 Stück.

Herpobdella octoculata (Linné). Die Zahl der Augen ist bei dieser Art sehr konstant, hingegen sind in der Größe und Lage derselben alle Variationen möglich, besonders oft ist die Verschmelzung eines Augenpaares zu beobachten.

Zweimal kamen mir Tiere zu Gesicht, die einen Oligochaeten oder eine Dipterenlarve bis etwa zur Hälfte verschlungen hatten.

8. Bryozoa.

Fredericella sultana Blumenb. wird von Zschokke (60) aus den Tiefen der drei Oberengadiner Seen verzeichnet. Meine Funde beschränken sich ebenfalls auf diese drei Seebecken. Im St. Moritzersee erbeutete ich nur einzelne Kolonien, zum Teil schon abgestorben. Reichlicher traten sie im Silvaplanersee auf, und im Silsersee lieferten Fänge in 20—40 m Tiefe ungeheuer Mengen dieser Bryozoe. Die Verbreitung über den Seeboden in ein und demselben Becken ist sehr unregelmäßig. Der *F. sultana* am besten zusagende Untergrund ist der feine Schlamm; dem seichten Ufersaum gehört sie im Hochalpensee seltener an, wohl aus Mangel an passender Bodenbeschaffenheit.

9. Phyllopoda.

Simocephalus vetulus Schödler. In großen Massen bewohnt sie die üppigen Laichkrautbestände; nur in vereinzelten Exemplaren dringt sie zur Tiefe vor.

Macrothrix hirsuticornis Norman und Brady. Von dem vereinzelt auf dem Bodenschlamm lebenden Phyllopoden erbeutete ich im Lünersee in 0—50 m Tiefe 10 Exemplare. Zschokke (60) kennt den Krebs aus 70—100 m Tiefe dieses Sees und aus einer Tiefe unter 20 m des Silvaplanersees. Zwei Exemplare habe ich in 0—2 m Tiefe des Silsersees gefunden; zwei weitere bestimmte ich aus dem Mageninhalt eines Saiblings aus dem Lünersee.

Die Maße der im Lünersee gefundenen Exemplare bewegen sich von 0,68 mm bis 0,92 mm. Nach Lilljeborg (31) ist die

Art ziemlich variabel. Die auffallendsten Abweichungen meiner Exemplare von der Beschreibung des genannten Autors seien kurz skizziert. Die Zahl der börstchentragenden Einschnitte der Vorderfühler beträgt 6 oder 7 bei Exemplaren vom gleichen Standort (Lilljeborg gibt an: 6 für *M. hirsuticornis*, 6 für die Varietät *arctica* aus Vardö, 7 für die gleiche Varietät aus Spitzbergen); es handelt sich dabei also wohl nur um individuelle Variationen. Die Hinterfühler sind sehr reich bestachelt; über jedes Glied verlaufen quer 4—8 Stachelreihen. Die distale Ecke des Vorderrandes des zweiten und dritten Gliedes des viergliedrigen Astes ziehen sich in je eine kräftige Chitinspitze aus. Die Dornen beiderseits der Afterfurche stehen nicht paarweis (wie Lilljeborg sowohl für *M. hirsuticornis* s. str. als auch ihre Varietät *arctica* angibt), sondern jederseits in 7 bis 8 Gruppen von je drei Dornen.

Ein Weibchen aus dem Silsersee trug 10 Sommereier.

Ilyocryptus sordidus (Liévin) tritt mit dem Nachweis im Silsersee zum erstenmal in der Liste der Bewohner hochalpiner Gewässer auf. Wie meistens, war er auch hier nur in geringer Anzahl (2 Exemplare aus 20—35 m Tiefe) zu finden. Ein Weibchen enthielt zwei Sommereier.

Eurycercus lamellatus (O. F. Müller) zeigt ähnliche Verbreitung in der Tiefe wie *Simocephalus vetulus* und hält sich eben-

See:	Lünersee	Davosersee	St. Moritzersee	Silvaplanersee	Silsersee	Luvendrosee	Öschinensee	Total
Zahl der gemachten Fänge	77	14	8	15	25	16	18	173
1. Eurycercus lamellatus .	—	—	3/46[1])	6/103	12/158	—	—	21/307
2. Simocephalus vetulus .	—	1/2	2/125	3/10	5/102	—	—	11/239
3. Alona affinis	15/69	1/3	—	4/5	10/61	—	—	30/138
4. Chydorus sphaericus .	9/58	—	—	—	—	—	—	9/58
5. Macrothrix hirsuticornis	9/10	—	—	—	1/2	—	—	10/12
6. Iliocryptus sordidus . .	—	—	—	—	2/2	—	—	2/2
Total der Cladoceren enthaltenden Fänge . . .	21	2	3	8	14	0	0	48

[1]) Der Zähler des Bruches gibt die Zahl der Fänge an, in welchen die Art enthalten war, der Nenner das Total der im See gefundenen Exemplare dieser Art.

falls an pflanzenreichen Uferstellen auf. Die größten Tiere maßen 3,3 mm; reife Weibchen schlossen Mitte Juli bis 10 Embryonen ein.

Alona affinis (Leydig) war besonders im Lüner- und Silsersee häufig, spärlicher im Davoser- und Silvaplanersee; in allen diesen Seen hält sie sich nur in litoralen Tiefen auf.

Chydorus sphaericus (O. F. Müller) fand ich litoral im Lünersee. Zschokke (60) erwähnt ihn aus diesem See aus 50—60 m Tiefe.

Wie sehr gewisse Cladoceren nur auf wenige Fänge beschränkt sind, dort aber in großer Zahl vorkommen, soll nebenstehende Zusammenstellung zeigen.

10. Copepoda.

Cyclops fuscus (Jurine) lebt litoral; am häufigsten war er in den hohen Potamogetonwiesen des Davosersees. Hier zeigte er gleichmäßig hellgelbe Färbung. Reife Weibchen trugen jederseits 11 locker zusammengeballte Eier und erreichten eine Länge von 2,5—3 mm.

Cyclops albidus (Jurine) bewohnt mit Vorliebe dichte Laichkrautwiesen. Mehrere reife Männchen und Weibchen erhielt ich Ende Juli aus dem St. Moritzersee.

Cyclops serrulatus Fischer bewohnt wenig tiefe Uferstellen.

Cyclops fimbriatus Fischer. In der Litoralzone.

Cyclops viridis (Jurine). Interessant ist, daß der nach Zschokke (60) in der Tiefe der subalpinen Seen „massenhaft" auftretende Krebs der Tiefe des Silvaplaner- und Silsersees fehlt, wohl aber in diesen beiden Seen ein echter Litoralbewohner ist. Dagegen lieferte ein Fang in 41—42 m Tiefe des St. Moritzersees den Krebs in großen Mengen, eine Tatsache, die umso auffallender ist, als die tiefen Zonen dieses Sees infolge der starken Verschmutzung sehr tierarm sind. Mit dem negativen Resultat betreffend das Vorkommen von *C. viridis* im Lünersee stimmen auch die Ergebnisse der Untersuchungen Zschokkes (57) überein; er fand den Krebs in dieser Gebirgskette nie.

Von den 157 untersuchten Exemplaren dieser Art waren nur zwei geschlechtsreif, und zwar solche, die ich im St. Moritzersee fing. Diese Beobachtung steht im Einklang mit denjenigen Zschokkes (60) im Vierwaldstättersee und Ekmans (20) im Vättern.

Schmeil (44) faßt *C. gigas* Claus, *C. viridis* (Jurine) und *C. Clausi* Heller zu der einzigen Art *C. viridis* (Jurine) zusammen; er stützt sich bei *C. Clausi* allerdings nur auf die Beschreibung Hellers (in 44), weil er kein eigenes Material erhalten konnte. Schmeil betrachtet *C. gigas* als große Form von *C. viridis*, *C. Clausi* aber als Jugendstadium davon.

Diese Zusammenfassung dürfte nun weitere Begründungen erfahren dadurch, daß Ekman (20) sowohl in den Größenverhältnissen als auch in der Form der Furka Übergänge von *C. viridis* zu *C. gigas* fand. Ich konnte ferner feststellen, daß das rudimentäre 5. Beinpaar sowohl bei nur 1,8 mm großen reifen, als auch bei jungen Tieren mit dem von Lilljeborg (32) Taf. I, Fig. 4 für *C. gigas* abgebildeten übereinstimmt. Wenn somit Ekmans Befunde für *C. viridis* sprechen, das weitere unterscheidende Merkmal bei meinen kleinen *C. viridis*-Formen, nämlich das 5. Beinpaar, für *C. gigas*, so dürfte Ekmans Ansicht, daß es sich nur um eine stark variierende Art handle, berechtigt sein; dies um so mehr als nach eigenen Beobachtungen sogar linkes und rechtes Bein des 5. Paares in ihrer Form oft verschieden sind. Den seitlichen „Dorn" am Endglied des 5. Füßchens sah ich bei allen Exemplaren als einfachen, ohne Gelenk eingesetzten Chitinfortsatz.

Alle jungen Exemplare trugen elfgliedrige Antennen (ein Merkmal von *C. Clausi*), während die der beiden reifen Weibchen siebzehngliedrig waren; die Farbe der Tiere ist ein schmutziges Grau, oft ins Braune spielend.

Cyclops vernalis Fischer. Litoral und abyssal, nie häufig.

Canthocamptus crassus G. O. Sars. Weibchen aus den Engadinerseen trugen jederseits 8 Eier; zweimal beobachtete ich eiertragende Weibchen in Kopulation.

Canthocamptus echinatus Mraz. var. *luenensis* Schmeil. Im Lüner- und Silsersee litoral.

Canthocamptus minutus Claus. Ein Exemplar litoral im Lünersee.

Canthocamptus rhaeticus Schmeil war Mitte Juli im Silsersee reif.

Canthocamptus zschokkei Schmeil. Litoral im Silser- und Silvaplanersee.

Canthocamptus schmeili Mraz. Ein Exemplar in 28—35 m Tiefe des Lünersees.

Moraria schmeili VAN DOUWE. Ein Männchen mit Spermatophoren und ein Weibchen mit 6 Eiern fand ich im Davosersee. BREHM (11) fand die Art im Lunzersee als Winterlaicher.

Frequenz und Abundanz der einzelnen Copepodenarten sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

See:	Lünersee	Davosersee	St. Moritzersee	Silvaplanersee	Silsersee	Lucendrosee	Öschinensee	Total
Zahl der gemachten Fänge	77	14	8	15	25	16	18	173
1. Cyclops albidus . .	—	4/117	4/68	10/27	12/103	—	—	30/315
2. „ viridis . . .	—	—	5/83	7/32	7/42	—	—	19/157
3. „ fuscus . . .	—	3/55	1/11	2/8	3/3	—	5/12	14/89
4. „ fimbriatus . .	4/6[1])	1/1	1/1	6/37	4/7	2/3	—	18/55
5. „ serrulatus . .	3/3	3/8	1/5	5/7	7/16	3/10	2/2	24/51
6. Canthocamptus rhaet.	6/6	—	—	2/3	2/26	—	—	10/35
7. Cyclops vernalis . . .	13/16	1/1	—	—	5/9	1/1	—	20/27
8. Canthocamptus crass.	—	1/1	2/4	2/3	5/9	—	—	10/17
9. „ zschokkei	—	—	—	1/4	1/1	—	—	2/5
10. „ echinatus var. luenensis . .	3/3	—	—	—	1/1	—	—	4/4
11. Moraria schmeili . .	—	1/2	—	—	—	—	—	1/2
12. Canthocamptus minut.	1/1	—	—	—	—	—	—	1/1
13. „ schmeili	1/1	—	—	—	—	—	—	1/1
Total der Copepoden enthaltenden Fänge . . .	24	4	7	11	17	5	6	74

11. Ostracoda.

Cyclocypris laevis (MÜLL. [?]) VÁVRA. Wenige Exemplare im Litoral des Lüner- und Silsersees.

Cyclocypris ovum (JURINE [?]) G. BRADY und NORMAN. Litoral. Im Lünersee fand ich die Art gelegentlich eines Planktonfanges etwa 100 m vom Ufer entfernt, nahe der Wasseroberfläche lebend, in mehreren Exemplaren.

Candona candida (MÜLL. [?]) VÁVRA. Weibchen aus dem St. Moritzersee erreichten folgende Maße: Länge 1,2 mm, Höhe 0,67 mm.

[1]) Der Zähler gibt die Zahl der Fänge an, die die Art enthielten, der Nenner die im See gefundenen Exemplare dieser Art.

Bei Besprechung des jahreszeitlichen Vorkommens und der Fundorte im skandinavischen Hochgebirge sagt Alm (1) von *C. candida*, daß „sie größere Gewässer, sowohl die Ufer als den Boden derselben, zu vermeiden schien". Wie aus meinen Tabellen ersichtlich ist, ist dies in den von mir untersuchten Seen nicht der Fall. Ferner erwähnt Alm das Vorkommen von jungen und alten Tieren für Juli und August. Die größte Menge von *C. candida* habe ich dagegen im Oktober im Lünersee angetroffen. Diese wohl nur scheinbaren Gegensätze dürften ihre Erklärung darin finden, daß Alm das Material im Juli und August sammelte, einer Zeit, in welcher die größern Wasseransammlungen noch weit von der winterlichen Thermik kleinerer Tümpel entfernt sind. Alms Resultate in den Seen dürften somit den meinigen im Juli in den Engadinerseen festgestellten entsprechen; spätere Fänge würden wohl, ähnlich den meinigen im Lünersee, auch reicheres Material geliefert haben. Ein Gegensatz zwischen skandinavischem und schweizerischem Hochgebirge dürfte also in dieser Beziehung nicht bestehen, vielmehr wäre in ein und demselben Gebirge zwischen den ökologischen Bedingungen eines Sees mit langsamer und eines Tümpels mit rascher Anpassung an die Lufttemperatur zu unterscheiden. Nicht hohe Sommertemperatur, sondern ein Verzögerung in der Abkühlung dürfte die Entwicklung von *C. candida* in den Seen bis in den Oktober hinausschieben.

Candona neglecta O. Sars. Eine eigentümliche, lokalisierte Verteilung, die einer nähern Besprechung weiter unten unterzogen werden soll, nimmt die Art im Öschinensee ein.

Männchen von *C. neglecta* erreichten eine Länge von 1,2 mm, Weibchen eine solche von 1,1 mm. Von 230 näher untersuchten Tieren aus dem Öschinensee waren 160 Männchen und 70 Weibchen, also etwa ein Verhältnis von 2:1. Alm (1) fand für die Männchen immer eine kleinere Zahl als für die Weibchen. Anderseits steht mein Befund mit der von Hartwig (in 1) bei vielen *Candona*-Arten gemachten Beobachtung im Einklang, nach welcher zu Anfang einer Vegetationsperiode die Männchen den Weibchen an Zahl überlegen sind. Insofern ein Rückschluß erlaubt ist, hätten wir Mitte Juli den Anfang einer Vegetationsperiode, die zeitlich mit der von Alm von Juli bis Oktober gefundenen Generation übereinstimmen würde.

Candona rostrata Brady und Norman ist für die schweizerische Faunaliste neu. *C. rostrata* Vavra (= *C. rostrata* Brady und Norman [Alm, pg. 129]) wird von G. W. Müller (37) im „Tierreich" als unsichere Art aufgeführt; durch Alms Untersuchungen, wie auch durch meinen Fund ist an einer Artberechtigung nicht mehr zu zweifeln.

Eucypris pigra (S. Fischer). Litoral; war Mitte Juli geschlechtsreif.

Eucypris fuscata major (G. W. Müller). Geschlechtsreife Tiere erhielt ich Mitte Juli aus dem Litoral des Silsersees.

Potamocypris zschokkei (Kaufmann). Litoral, nicht häufig.

Cytheridea lacustris G. O. Sars. War die häufigste Art auf dem Grunde der untersuchten Seen. Im St. Moritzersee, aus welchem sie Kaufmann (30) meldete, habe ich die Art nicht wieder gefunden; doch ist auch die Zahl der darin gemachten Fänge nur klein. Seit meinen Untersuchungen wurde sie hingegen von Borner[1]) wieder gefunden.

Von den im Lünersee gemachten Fängen enthielten 46 die Art, also rund 60 %. Die Art scheint somit weit häufiger zu sein als in subalpinen Seen, denn Zschokke (60) konnte sie im Vierwaldstättersee in nur zwei von 198 Proben auffinden, in 60 bis 210 m Tiefe.

Aus dem von Ekman (20) angegebenen Grunde behalte ich für die hier in Betracht kommende *Cytheridea* die Bezeichnung *C. lacustris* bei. Ekman hält die Identifizierung von *C. lacustris* Sars mit *C. torosa* (Jones), wie sie G. W. Müller (37) im „Tierreich" annimmt, für noch nicht genügend begründet. Gestützt auf eigene Beobachtungen schließe ich mich der Meinung Ekmans an, nach welcher die von G. W. Müller auf Grund der verschieden starken Ausbildung der Schalenhöcker vorgenommene Trennung der Süßwasserform *C. lacustris* in *C. torosa torosa* und in *C. torosa litoralis* als nicht haltbar betrachtet wird. Ekman sieht in diesen Verschiedenheiten nur individuelle Variationen. Zwischen reifen Tieren bestehen Unterschiede in der Schalenform; doch finden sich an ein und demselben Fangort alle Übergänge, eine Erscheinung, die Alm (1) übrigens auch bei *Iliocypris gibba* (Randhor) fand. Besonders auffallend ist der Unterschied in der Skulptu-

[1]) Borner, L., Die Bodenfauna des St. Moritzersees. Archiv f. Hydrob. Bd. XIII. (1917.)

rierung der Schale junger und erwachsener Tiere, wie aus Taf. I, Fig. 8 hervorgeht. Die Höcker scheinen mit zunehmendem Alter relativ niedriger zu werden. Die Färbung wechselt zwischen hyalinbraun und einem von einer weißlichen Schicht überzogenen Dunkelbraun. Junge Tiere von etwa $^2/_3$ Länge der Erwachsenen waren im Silsersee Mitte Juli häufig. Oft war bei ihnen nur Vorder- und Hinterrand erhärtet, die mittlere Schalenpartie noch weich und hyalin.

Die erhaltenen faunistischen Resultate zusammengestellt, ergeben folgende Tabelle:

See:	Lünersee	Davosersee	St. Moritzersee	Silvaplanersee	Silsersee	Lucendrosee	Öschinensee	Total
Zahl der gemachten Fänge	77	14	8	15	25	16	18	173
1. Cytheridea lacustris	[1] 46/639	4/27	—	9/252	16/417	—	—	75/1335
2. Candona neglecta	11/27	—	—	—	—	8/81	2/242	21/350
3. „ candida	19/184	2/23	4/12	7/12	5/11	1/1	—	38/243
4. Cypria ophthalmica	8/21	2/2	1/4	2/6	3/3	2/4	—	18/40
5. Eucypris pigra	—	—	—	2/3	3/28	—	—	5/31
6. Cyclocypris laevis	4/5	—	—	—	1/2	—	—	5/7
7. „ ovum	1/4	—	—	—	—	—	—	1/4
8. Potamocypris zschokk.	—	—	—	1/1	1/2	—	—	2/3
9. Candona rostrata	—	1/3	—	—	—	—	—	1/3
10. Eucypris fuscata	—	—	—	—	1/3	—	—	1/3
Total der Ostracoden enthaltenden Fänge	54	6	5	13	19	8	2	107

12. Amphipoda.

Gammarus pulex (L.) hält sich ausschließlich an das Litoral, besonders an pflanzenbewachsene Stellen.

Niphargus puteanus (Koch). Der blinde Krebs fehlt in den Tiefen der hochalpinen Seen fast vollständig; Zschokke (60) fand ihn im subalpinen Vierwaldstättersee in 55 von 198 Fängen, in 30—125 m Tiefe. Einzig im Öschinensee erbeutete ich zwei Exemplare. von Hofsten (28) vermißt den Krebs auch im

[1]) Der Zähler gibt die Zahl der Fänge an, die die Art enthielten, der Nenner die im See gefundenen Exemplare dieser Art.

Thuner- und Brienzersee. Die beiden im Öschinensee gefundenen Exemplare maßen 3 mm (aus 45—49 m), resp. 7 mm (aus 10 bis 19 m). Beide waren völlig augenlos.

13. Tardigrada.

Die Bestimmung der nachfolgenden Arten verdanke ich Herrn Dr. F. Heinis; systematische und faunistische Angaben wurden bereits von ihm publiziert in: Revue suisse, Vol. 20. No. 16. 1912 (25).

Macrobiotus macronyx Dujardin. In litoralen Pflanzenrasen.

Macrobiotus lacustris Dujardin. Ein Gelege enthielt vier Eier.

Macrobiotus tetradactylus Greff bewohnt, ebenso wie die drei folgenden Arten und *Milnesium tardigradum*, „die Moose in der Umgebung des Lünersees. Es ist anzunehmen, daß diese in der Regel in Landmoosen lebenden Arten durch Regen oder Schneewasser in den See gespült und sich dem Wasserleben angepaßt haben".

Macrobiotus hufelandi Schultze. Von dieser Art auch Eier beobachtet.

Macrobiotus hamsworthi Murray. Ein Exemplar in einer Bacheinmündung des Lünersees.

Macrobiotus echinogenitus Richters. Ein Exemplar in pflanzenreicher Stelle des Lünersees.

Macrobiotus ambiguus Murray. „Ein Exemplar von 400 μ, sowie zwei Eier von 120 μ Durchmesser scheinen dieser Art anzugehören."

Macrobiotus dispar Murray. Häufigster Tardigrad.

Macrobiotus spec. Nicht sicher bestimmbar, weil kein Ei beobachtet.

Milnesium tardigradum Doyère. In Characeenwiesen des Lünersees.

Diphascon angustatum Murray. In pflanzenbewachsenen Stellen des Lüner- und Silvaplanersees.

Aus dem Lünersee stimmen 4 von 11 Arten mit den von Menzel (36) im Rhaetikon terrestrisch gefundenen Arten überein, während die übrigen für den See und das Gebiet des Rhaetikon neu sind.

14. Hydracarinen.

Limnochares aquatica (L.). Ein Exemplar am Einfluß des Inn in den St. Moritzersee.

Lebertia rufipes KOENIKE. Wenig tiefe Fänge lieferten häufig Puppenstadien. Am zahlreichsten bevölkert die Art den kalten Lucendrosee. Litorale Verbreitung.

Lebertia cognata KOENIKE bewohnt hauptsächlich das Litoral.

Lebertia porosa SIG. THOR. Ein Exemplar an einer Bacheinmündung im Silsersee.

Lebertia dubia SIG. THOR partim WALTER. Auf geringe Tiefen beschränkt.

Hygrobates nigromaculatus LEBERT. In wenig tiefen Fängen des Silsersees.

Pionacercus Leuckarti PIERSIG. In einem dichten Laichkrautbestand des Davosersees in 1—3 m Tiefe erhielt ich 15 Exemplare.

Hydrochoreutes ungulatus (C. L. KOCH). In 12—13 m Tiefe vor dem Einfluß des Inn in den St. Moritzersee.

Piona disparilis (KOENIKE). Zwei Exemplare in einem Laichkrautbestand des Davosersees.

Arrhenurus conicus PIERSIG. Auf geringe Tiefen beschränkt.

15. Odonata.

Aeschna spec. Eine einzige nicht näher bestimmbare Larve aus dem Litoral des Silsersees.

16. Ephemeroptera.

Baëtis spec. Nicht bestimmbare Larven stammen aus dem Silsersee (0—7 m).

Siphlurus spec. Larven dieser Gattung hielten sich an flachen Uferstellen des Silvaplaner-, Silser- und Öschinensees auf.

17. Plecoptera.

*Perliden*larven, die nicht bestimmbar waren, erbeutete ich im Ufer des Silvaplanersees.

18. Trichoptera.

Leptocerus spec. In 1—3 m Tiefe des Davosersees und in 3—7 m des Silsersees.

Limnophilus despectus Walk. In 0—2 m Tiefe an einer Bacheinmündung des Davosersees und an einer ebensolchen Stelle des Lucendrosees.

Limnophilus extricatus Mc.-Lach. kam im Lucendrosee noch in 7—20 m und in 24—35 m Tiefe vor; beide Orte ließen unschwer eine Einschwemmung aus dem Bach von der Alp di Lucendro erkennen.

Anabolia nervosa Leach fand sich zweimal in geringer Tiefe an Bacheinmündungen im Silsersee.

Micropterna nycterobia Mc.-Lach. stellte sich in 1—2 m Tiefe am Einfluß des Totalpbaches in den Davosersee ein; ich fand die Art auch in 7—14 m Tiefe vor einem Schmelzbach des Silsersees.

Metanoea flavipennis Pict., die ich in 70—85 m Tiefe des Lünersees in einem Exemplar erbeutete, dürfte nur zufällig in dieser Tiefe vorkommen. Fast senkrechte Ufer aus nacktem Fels mögen eine passive Wanderung zur Tiefe begünstigt haben. Auf einen solchen Vorgang weist auch der an derselben Stelle ausnahmsweise in so großer Tiefe vorkommende grobe Detritus aus Holz und Steinchen.

Potamorites biguttatus Pict. trat an der Einmündung des Totalpbaches in den Davosersee auf, vor einem Schmelzbach des Silvaplanersees in 25—35 m Tiefe, zweimal vor solchen im Silsersee und einmal an einer flachen Uferstelle des letztgenannten Beckens.

Parachiona picicornis Pict. fand ich in einer seichten Bucht des Davosersees in 0—5 m Tiefe und im Ufersaum des Öschinensees vor einer Bacheinmündung.

19. Coleoptera.

Hydroporus spec. Im Davosersee fand ich einen Käfer dieser Gattung in 1—2 m Tiefe in der Nähe des Totalpbaches.

Hydroporus borealis Gyll. fing ich in 0—4 m Tiefe des Öschinensees.

Agabus Solieri Aubé. Ein Exemplar dieser Art bewohnte einen ins Wasser hängenden Pflanzenrasen des Lucendrosees.

20. Diptera.

Herrn Prof. Dr. A. Thienemann verdanke ich die Bestimmung der Dipteren, sowie Mitteilungen systematischer und biologischer Natur, die nachfolgend zum Teil zitiert werden

sollen. Die faunistischen Resultate und Erörterungen über den Zusammenhang der Verbreitung mit dem Sauerstoffgehalt der Seetiefen hat Herr Prof. Dr. A. Thienemann (54) publiziert in: Die Chironomidenfauna der Eifelmaare. Verh. d. Naturh. Vereins d. preuß. Rheinlande und Westfalens, 1915.

Fam. *Tendipedidae (= Chironomidae).*

1. Subfam. *Culicoidinae.*
   1. Gruppe. *Culicoidinae vermiformes.* Nur wenige zu dieser Gruppe zählende Tiere erhielt ich aus 1—2 m Tiefe des Davosersees, an der Einmündung des Totalpbaches.
2. Subfam. *Tanypinae.* Arten dieser Unterfamilie waren in allen Seen, mit Ausnahme des Lucendrosees, vorhanden.
   1. Gattung. *Pelopia (= Micropelopia).* In allen Seen, ausgenommen im Lucendrosee. Puppen fanden sich Mitte Juli im Silvaplanersee und im Öschinensee.
      Pelopia monilis (L.). Im St. Moritzersee in 3—20 m Tiefe mehrere Exemplare gefunden, darunter auch Puppen.
      Pelopia cfr. *nigropunctata.* Ein Exemplar aus einem Laichkrautbestand in 3—4 m Tiefe des Davosersees.
   2. Gattung. *Macropelopia.* Wenige Exemplare in 60 bis 100 m Tiefe des Lünersees, ein solches in 45—49 m Tiefe des Öschinensees.
      Macropelopia cfr. *Fehlmanni* (Kieffer) bewohnt in geringer Zahl Tiefen von 20—69 m des Silvaplaner-, Silser- und Öschinensees.
3. Subfam. *Chironominae (= Tendipedinae).*
   A. Abteilung. *Chironomaria.*
      1. *Chironomus* - Gruppe. (*Tendipedes*-Gruppe).
         1. Gattung. *Chironomus.*
            a) *Chironomus* mit Blutkiemen. In allen drei Oberengadinerseen sowie im Davosersee in 4—70 m Tiefe zu Hause; überall in spärlicher Anzahl.
            b) *Chironomus* ohne Blutkiemen. Außer im Öschinensee in allen untersuchten Seen vorhanden, ziemlich häufig, besonders im Silser- und Lucendrosee.
            c) *Chironomus* mit langem Palpus ist

eine in den Tiefen des Silvaplaner-, Silser- und Öschinensees häufige *Chironomus*-Art

1a. Gattung *Paratendipes* Eine zu dieser Gattung gehörende Larve war in einem Fang des Davosersees in 1—2 m Tiefe

2. *Tanytarsus*-Gruppe

1. Gattung. *Syntanytarsus* (= Subg. *Eutanytarsus).* Vereinzelte Tiere traten im Lüner-, Davoser- und Silvaplanersee auf. Puppen Mitte Juli im Silvaplaner-, Silser- und Lucendrosee. Bemerkenswert ist, daß die *Tanytarsus*-Gruppe im Öschinensee fehlt; die vorwiegend litorale Gruppe dürfte dort den großen Niveauschwankngen des Sees nicht folgen können.

a) *Gregarius*-Gruppe. In allen Tiefen der untersuchten Seen, ausgenommen im Lucendro- und Öschinensee. In der Tiefe des Lünersees ist sie häufiger als im Ufer, während sie im Davosersee nur bis zu 22 m Tiefe vorhanden war.

b) *Inermipes*-Gruppe. Mit Ausnahme des Öschinensees in allen Seen; sie tritt immer nur in vereinzelten Exemplaren auf. Im St. Moritzersee setzten sich Vorticellen auf ihr fest.

2. Gattung. *Paratanytarsus.* Vereinzelt im Silvaplaner- und Silsersee, besonders häufig im Litoral des Lünersees; vielleicht ist der Unterschied in der Häufigkeit nur ein jahreszeitlicher.

B. Abteilung. *Orthocladiaria.* Larven dieser Abteilung sind in allen untersuchten Seen vorhanden, aber nur häufig im Lucendrosee, wo sie nur in einem Fange fehlt und über die in diesem See einzig noch etwas regelmäßig auftretende *Chironomus*-Larve ohne Blutkiemen weit dominiert. Im St. Moritzersee waren viele Larven stark mit Vorticellen besetzt. Im Lucendro- und Silvaplanersee waren Mitte Juli Puppen vorhanden.

Corynoneura spec. Je ein Exemplar im Litoral des Davoser- und Lucendrosees.

Psectrocladius spec. (cfr. *psilopterus).* Eine Larve in

3—7 m Tiefe des Silsersees, eine zweite in 65—80 m Tiefe des Lünersees.

Prodiamesa spec. bewohnt den Lünersee von 3—100 m Tiefe; im Silvaplanersee ein Exemplar in 25 m Tiefe gefunden.

Diamesa spec. Eine Puppe an der Einmündung des Totalpbaches in den Davosersee

21. Limnobiidae.

Dicranota spec Die in 60—69 m Tiefe des Silvaplanersees gefundene Larve dürfte aus einem Bache eingeschwemmt sein.

Pedicia rivosa (L.) Auch bei dieser Larve ist anzunehmen, daß sie durch den Bach von der Alp di Lucendro, vor welchem sie in 0—5 m Tiefe gefangen wurde, in den Lucendrosee eingeschwemmt wurde. Ähnliches vermutet Zschokke (60) von einem in 115 m Tiefe vor dem Reußdelta im Vierwaldstättersee erbeuteten Exemplar.

22. Gastropoda.

Limnaea auricularia (Linné) stellte sich fast ausschließlich im Ufer ein Sie erreicht im Davosersee eine Gehäusehöhe von 25 mm. Laich und eben frei gewordene Embryonen waren im genannten See Ende Juli sehr häufig. Leere Gehäuse lagen noch in 52 m Tiefe.

Limnaea ovata Draparnaud. Im Litoral des Silvaplaner- und Silsersees.

Limnaea peregra (O. F. Müller) bewohnt das Ufer des Davosersees; leere Gehäuse kamen noch aus 52 m Tiefe herauf. Häufig war die Art im wenig tiefen Auslauf des Silvaplanersees.

Limnaea truncata (O. F. Müller). Zwei Exemplare dieser amphibisch lebenden Schnecke erhielt ich im flach auslaufenden, im Winter trocken liegenden Ufer des Öschinensees. Hochgewölbte Umgänge, tiefe Naht und etwas verlängertes Gewinde, die Erweiterung des letzten Umgangs und die abgestumpfte Gehäusespitze verweisen die Tiere in die Nähe der Variation *ventricosa*. Dieselbe Variation fand Baumann (3) bei der in den Stockhornseen lebenden *L. truncata*.

Planorbis crista (Linné). In geringer Tiefe des Silvaplanersees ein leeres Gehäuse (Durchmesser: 2,2 mm). Ob die Art in

diesem See lebt oder das Gehäuse eingeschwemmt wurde, konnte nicht entschieden werden.

23. Lamellibranchia.

Die Muscheln sind einzig durch das Genus *Pisidium* vertreten; die von mir gefundene Artenzahl ist klein und die Pisidienfauna bietet fast in allen Seen dasselbe Bild, eine Tatsache, die umso auffallender ist, als Zschokke (nach Clessin) (60) von den subalpinen Seen sagt, daß „fast jedes Wasserbecken des Alpenrandes seine eigene Muschelfauna differenziert".

von Hofsten (28) findet es bemerkenswert, daß im gut durchsuchten Vierwaldstättersee nur eine einzige Tiefenform von Pisidien gefunden wurde; ich halte gerade die reichliche Durchsuchung für die Ursache dieses Resultates, indem nämlich ein großes Material eine Trennung in viele „Arten" unmöglich macht, weil in ihm alle möglichen Übergänge von einer Form zur andern vorhanden sind.

Die Systematik der Pisidien gründet sich heute noch in der Hauptsache auf Form und Farbe der Schalen. Wie schon Bollinger (6) an den Gastropoden zeigte, ist aber gerade die Schale starken individuellen Variationen unterworfen. Wenn zu einer Artaufstellung aber nur wenige Exemplare eines Bestandes herausgegriffen werden, so wird es mehr als wahrscheinlich sein, daß bei Berücksichtigung einer großen Zahl von Individuen verschiedene Arten sich nur als Glieder einer langen Variationskette erweisen werden.

Die Tausende von gesammelten Pisidien (im Lünersee allein ca. 2000 Exemplare) gehören nur zwei Arten an, nämlich *Pisidium nitidum* Jenyns und *P. ovatum* Clessin; die letztere zerfällt wieder in eine typische Litoralform *(P. ovatum)* und eine aus ihr entstandene Tiefenvarietät *(P. fragillimum)*, welche der von Clessin (16) aufgestellten Art *P. fragillimum* entspricht.

Pisidium ovatum-fragillimum (Clessin). (Siehe Textfig. 1, in welcher eine Reihe von Pisidien aus dem Silsersee so angeordnet ist, daß die ersten Exemplare oben links dem Ufer, die letzten unten rechts der größten Tiefe entstammen.)

P. ovatum besitzt auf dem aus dem Schlamm ragenden Schalenteil stets einen rostroten Überzug (Eisenhydroxyd), der mit zunehmender Tiefe braun wird und bei *P. fragillimum* in ein fast

Textfig. 1. Pisidien.

reines Schwarz übergeht. Auf welcher Ursache der Farbenumschlag beruht, kann ich nicht entscheiden; möglich ist, daß es sich in der Tiefe um niedrigere Oxydationsstufen des Eisens handelt. Der Überzug ist bei *P. ovatum* oft so stark, daß er die Gestalt der Muschel kaum mehr erkennen läßt, wohingegen er bei *P. fragillimum* nur von ganz geringer Dicke ist. Zwischen beiden Extremen sind alle Übergänge zu finden. Bei *P. fragillimum* beobachtete ich oft einen über die Schale gleichmäßig ausgebreiteten schwarzen Überzug, der aber den letzten Wachstumsstreifen völlig unbedeckt ließ.

Die Schalen selbst sind bei *P. ovatum* schwach rotbraun; sie werden mit zunehmender Tiefe heller und sind bei *P. fragillimum* der größten Tiefe elfenbeinfarbig. Bei *P. ovatum* ist die Schale in der Regel relativ dick und fest, sie wird dünner und zerbrechlicher mit der Tiefe und vollkommen widerstandslos bei der *fragillimum*-Form, was Clessin (16) wohl auch veranlaßte, ihr diesen Namen zu erteilen. Die bei der Uferform leicht sichtbaren Wachstumsstreifen nehmen mit der Tiefe an Deutlichkeit ab oder verschwinden ganz.

P. ovatum bildet in ihrer typischen Form ein fast reines Oval, über das nur am obern Rand der breite und flache Wirbel etwas hervorragt. Häufig fand ich Exemplare, die in Farbe und Größe noch ganz *ovatum*-ähnlich waren, bei denen aber der gerade gewordene Vorderrand schon schief abgestutzt war und eine hintere obere Ecke deutlich ausgeprägt erschien, beides Merkmale der Tiefenform *P. fragillimum*. Bei letzterer Form ist meistens auch der Hinterrand zu einem flachen Bogen umgestaltet und zur Längsachse schief gestellt, etwa parallel dem Vorderrand, so daß dadurch die Muschel eine rhombische Gestalt erhält.

P. ovatum und *P. fragillimum* besitzen nach meinen Messungen im Durchschnitt folgende Maße:

Extreme Form von	Länge	Breite	Höhe
Pisidium ovatum	3,7 mm	3,0 mm	1,8 mm
„ fragillimum	2,6 mm	2,1 mm	1,3 mm

Die Verhältnisse der einzelnen Maße zueinander bleiben also auch bei der Kümmerform *P. fragillimum* dieselben wie bei *P. ovatum*.

Die von Clessin (16) für *P. fragillimum* angegebene Breite von 1,8 mm dürfte zu groß sein und ist wohl dem Umstand zuzuschreiben, daß dem Autor zur Aufstellung der Art nur wenige Exemplare zur Verfügung standen. Bei *P. fragillimum* ist der Wirbel im Verhältnis zur Schalengröße bedeutend breiter als bei *P. ovatum.* Sehr oft treten eigentümliche Einschnürungen im Unterrand der Schale von *P. fragillimum* auf, ähnlich wie sie auch Surbeck (51) bei *P. clessini* im Vierwaldstättersee beobachtete.

Die von Clessin in: Deutsche Exkursionsmolluskenfauna, 2. Auflage, 1884, gegebene Abbildung von *P. ovatum* hat nicht dieselben Maßverhältnisse wie die in der Diagnose gegebenen; mit letzteren stimmen die von mir gefundenen Werte überein, nicht in ihrer absoluten Größe zwar, aber in den relativen Verhältnissen zueinander.

Bei *P. fragillimum* machte ich wiederholt die Beobachtung, daß sie zwei bis vier Embryonen einschloß, welche $^1/_3$ der Länge des Muttertieres besaßen. Die Gestalt dieser Embryonen ist ein reines Oval mit in der Mitte des obern Schalenrandes gelegenem Wirbel; die Schale ist durchscheinend und stark perlmutterglänzend. Die Gestalt dieser Embryonen ist also dieselbe wie diejenige von *P. ovatum* und deutet damit auf die Abstammung von dieser Form hin.

Die Seetiefe wirkt somit umgestaltend auf die zur Tiefe vordringende Art ein und zwar scheint dies in einer in allen Seen konvergenten Weise zu geschehen; die Hauptergebnisse dieser Umformung sieht Zschokke (60) in der zunehmenden Dünnschaligkeit, Zerbrechlichkeit und Kleinheit der Schale. Ein weitverbreitetes Merkmal liegt auch darin, daß die mehr ovalen Schalenformen der Litoralarten mit der Tiefenzunahme des Wohnorts in eine solche eines schiefgestellten Parallelogramms übergehen. Dafür spricht z. B. die Mitteilung Weltners (41), der die profunde Pisidie des Madüsees mit *P. clessini* des Vierwaldstättersees für vereinbar hält. Diese wiederum hat sehr große Ähnlichkeit mit *P. fragillimum;* sie unterscheidet sich von ihr einzig durch den mehr gleichmäßig gebogenen Hinterrand. Auf die rhombische Gestalt dürfte ferner schon der Name der von Clessin (16) gegründeten, von Surbeck (51) und Zschokke (60) aber nie wieder gefundenen *P. quadrangularis* aus dem Vierwaldstättersee hin-

deuten. Ich halte es für wahrscheinlich, daß diese Form mit *P. clessini* identisch ist, worauf auch die Maße hindeuten.

Solche Konvergenzbildungen in verschiedenen Seen erschweren die ohnehin schon auf oft sehr variable Merkmale gestellte Systematik der Pisidien noch mehr, und vorläufig dürften die bisherigen systematischen Angaben in tiergeographischer Hinsicht nur sehr kritisch verwertet werden können.

Bei den von mir erbeuteten Tieren ist es unmöglich, zwischen der Litoralform und den der Tiefe entnommenen Tieren systematisch eine Grenze zu ziehen. Vielmehr sind zwischen beiden Formen alle Übergänge zu finden; weder Größe noch Farbe sind systematisch verwertbar, da beide mit der Tiefe sich ändern. *P. ovatum* ist im Ufer aller untersuchten Seen, mit Ausnahme des Öschinensees, häufig. Innerhalb des Litorals sind besonders bevorzugte Stellen die Einmündungen kleiner Sturzbäche, deren Strömung beim Einfluß in den See nicht so stark ist, daß eine Fauna überhaupt verunmöglicht wird. Im Sublitoral mischen sich unter die typische Art bereits Formen, die morphologisch *P. fragillimum* ebenso nahe stehen als *P. ovatum*.

Die Ansicht Forels (in 60) und Clessins (in 60), nach welcher *P. fragillimum* von *P. milium* abzuleiten sei, hat angesichts meiner Befunde wenig Wahrscheinlichkeit mehr.

Auffallend ist die Monotonie der Muschelfauna der untersuchten Seen gegenüber der von von Hofsten (28) im Thuner- und Brienzersee und von Ekman (20) im Vättern erbeuteten Pisidienfauna. Dieselbe Muschel, die die kalten Hochgebirgsseen in so großer Zahl bewohnt, wurde von Bornhauser (7) als eigentliche Quellenform in der Umgebung von Basel, im Schwarzwald und in den Vogesen erkannt. Kalkarmes Wasser und niedrige Temperatur sollen ihr am besten zusagen.

Von *P. ovatum* finden wir oft vollkommen glashelle Tiere; es fehlt bei ihnen jede Kalkeinlagerung in der Schale, so daß das Tier deutlich durchschimmert. In den meisten Seen treten diese hellen Tiere nur lokal, aber immerhin in Beständen von ansehnlicher Individuenzahl auf. Im Lucendrosee hingegen weisen alle Tiere eine solche Schalenbildung auf, und die Tiere gehören ohne Ausnahme der *ovatum*-Form an; auch in den andern Seen ist diese Erscheinung auf die genannte Form beschränkt. Solchermaßen ausgebildete Tiere stehen aber in der Größe den andern keines-

wegs nach und entbehren auch nicht des Schlammüberzugs. Die mit einer nur pergamentartigen Schale versehenen Exemplare bewohnen im Lucendrosee auch den tiefsten Seegrund; die Art geht an keiner Stelle des Sees auch nur andeutungsweise in die Tiefenform *P. fragillimum* über. Diese Tatsache dürfte uns einen Hinweis geben auf die Ursache der Umbildung der Litoralform in die Tiefenform.

Der Lucendrosee ist der kalkärmste der untersuchten Seen; er enthält nach Bourcart (8) nur 0,32 mg kohlensauren Kalk pro Liter (siehe Tab. 1). Trotzdem stehen die zarten Tiere des Lucendrosees denen der andern Seen an Größe keineswegs nach. Kalkarmut dürfte also nicht verantwortlich gemacht werden für die Kleinheit der *fragillimum*-Form. Dies ergibt sich auch daraus, daß die Form im Lucendrosee in einer Tiefe von 25—35 m noch völlig die *ovatum*-Form besitzt, wohingegen sie in den andern Seen in dieser Tiefe schon deutlich in *P. fragillimum* übergegangen ist. Ferner dürfte die „Verkümmerung" auch nicht auf Nahrungsarmut in der Tiefe zurückzuführen sein. Der fast pflanzenlose Lucendrosee ist kaum nahrungsreicher als die detritusreichen Schichten mittlerer Tiefe der andern Seen, wo die Muscheln schon die Merkmale der Tiefenform aufweisen. Zudem ist es wahrscheinlich, daß Nahrungsarmut nicht nur die Größe des einzelnen Tieres beeinträchtigen, sondern eine so reiche Entfaltung in der Zahl überhaupt nicht zulassen würde.

Die Temperatur des ganzen Sees ist etwa dieselbe wie sie in den andern Seen das ganze Jahr in der Tiefe herrscht, etwa 4° C.

Der einzig annehmbare Grund erscheint mir im Sauerstoffgehalt des Wassers des Lucendrosees zu liegen. Nach den mir bekannt gewordenen Temperaturen zu schließen, dürfen wir den Lucendrosee nach Thienemanns (53) Einteilung als Typus III betrachten (mit das ganze Jahr hindurch sauerstoffreichem Tiefenwasser); die andern Seen gehören etwa dem Typus II A an, (mit im Sommer sauerstoffarmem Tiefenwasser). Somit scheint es, daß die Kümmerform auf geringen Sauerstoffgehalt des Tiefenwassers zurückzuführen ist. Auf einen ähnlichen Fall bei *Planaria alpina* werde ich weiter unten zu sprechen kommen.

Pisidium nitidum Jenyns. Gegenüber der vorigen Art tritt sie nur in verschwindend kleiner Zahl auf und zwar in den Seen des Oberengadins. Daselbst bewohnt sie flache Buchten, besonders

diejenige des Silsersees bei Sils-Maria (ca. 200 Exemplare in einem einzigen Fang). In den Fängen aus dieser seichten, im Sommer sich stark erwärmenden Bucht, fehlt *P. ovatum* gänzlich. *P. nitidum* erreicht im Silsersee eine Länge von 4,5 mm, eine Breite von 4,0 mm und eine Höhe von 3,2 mm. Die Wachstumsstreifen sind sehr deutlich, die Schale hornfarben und fest.

24. Pisces.

Cottus gobio L. Je ein Exemplar dieses bodenbewohnenden Fisches ging im Lünersee in 4 m und im Davosersee in 3—4 m Tiefe ins Netz. Im Lünersee ist die Groppe nach persönlichen Mitteilungen von Herrn Prof. Zschokke vor 20 Jahren sehr häufig gewesen. Trotz eifrigem Suchen unter den Steinen des Ufers konnte ich kein Exemplar entdecken. Eine alte Chronik[1]) erzählt über diesen Fisch im Lünersee folgendes:

„Dieser See erzeuget keine ander Fisch als nur Groppen, eine Art ganz kleiner Fischen mit breiten Köpfen, die sich bey stillem Wetter häufig am Ufer finden lassen, und hier findet man von allerhand Farben, weiße, grüne, braune, gesprengelte etc., da sonst anderswo nur grau und schwarze zu finden; sie sind aber nicht so gustevoll zum Essen, als die Landfluß-Groppen."

Mit dem übrigen Fischbestand (*Trutta lacustris* und *Salmo salvelinus)* des Lünersees stehen allem Anschein nach noch folgende Erscheinungen im Zusammenhang:

Nach den Angaben Kegeles, des Inhabers der Fischweid im Lünersee, wurden 1887 ca. 5000 Stück Brut von Saiblingen, Bach- und Regenbogenforellen eingesetzt; von dieser Zeit an bis 1902 jährlich ca. 2500 Stück weitere Brut nachgesetzt. Vor der Einsetzung von 1887 war dem See an Fischen nur *Cottus gobio* eigen. Bis 1909 gediehen die eingesetzten Fische ausgezeichnet; 1910 wurden viele tote Fische am Ufer gefunden; bei meinem Besuche 1911 konstatierte ich nur noch wenige, äußerst magere Exemplare. Etwa 40 Stück lauerten an einer Bacheinmündung auf Nahrung; eine Untersuchung des Darminhaltes zeigte, daß sie sehr viel pflanzliche Bestandteile zu sich genommen hatten.

[1]) Nicolaus Sererhard: „Einfalte Delineation aller Gemeinden gemeiner dreien Bünden". 1742. Herausgegeben von Conradin von Moor, Bündnerische Geschichtsschreiber der Chronisten, Chur 1872.

In wenigen Minuten fing ich mit der Angel (Speck als Köder) bei heller Mittagssonne und in Sicht der Fische 10 Stück. Die Fische wiesen keinerlei sichtbare Zeichen einer Erkrankung auf und hatten auch keine Darmparasiten.

Seit den Untersuchungen Zschokkes (57) scheint das Plankton im Lünersee bedeutend reduziert worden zu sein. Mit ca. 20 vertikalen und horizontalen Planktonfängen mit zwei Netzen von verschiedener Maschenweite wurden nicht mehr als vier *Cyclops strenuus* erbeutet. Der Seeboden war dicht besät mit Ephippien; ohne Ausnahme erwiesen sie sich als tot. In einem Tümpel am Rellstalsattel dagegen tummelte sich zu dieser Jahreszeit noch eine Unmenge von Diaptomiden und Cyclopiden.

Mit der Fischabnahme parallel geht also eine starke Abnahme des Planktons. Der Schluß liegt nahe, daß ein allzu reicher Fischbestand die Planktonfauna des Lünersees reduziert hat und bei den für eine Litoralfauna ungünstigen Uferverhältnissen (Niveauschwankungen) an Nahrungsmangel selbst eingegangen ist.

IV. Faktoren, welche die Verbreitung der Bodenfauna innerhalb eines Seebeckens bestimmen.

Mein Arbeitsziel bildete zwar anfänglich die Lösung tiergeographischer Fragen; doch haben sich im Verlauf der Untersuchungen auch verschiedene ökologische Resultate herausgestellt, die ich hier kurz zusammenstellen möchte. Da ich aber selbst keine eingehenden physikalischen Untersuchungen gemacht habe, so muß ich mich auf die mir aus der Literatur bekannt gewordenen Daten stützen oder Resultate aus andern Seen vergleichend heranziehen. Wenn im Folgenden einzelne Faktoren herausgegriffen sind, so soll damit nicht gesagt sein, daß mit dem Vorhandensein einer einzelnen ökologischen Bedingung zugleich das Verbreitungsgebiet der dieser Bedingung entsprechenden Tierform zusammenfalle. Immer wird die Verbreitung die Resultante mehrerer Faktoren zugleich sein.

1. Der Bodenschlamm.

Wenn ich vom Bodenschlamm als einem die Tierverteilung bedingenden Faktor spreche, so verstehe ich darunter einfach den Schlamm als solchen im Gegensatz zum Geröll oder harten

Fels, ohne aber auf seine mineralogische Beschaffenheit einzugehen. Im Hochalpensee sind meist nur die tiefern Schichten durch Schlammanwesenheit gekennzeichnet, während die litorale Halde entweder von geschiebehaltigen Alluvionskegeln, Trümmerhalden oder anstehendem Fels gebildet wird, zwischen welche sich Buchten mit nennenswertem Schlammboden weit seltener einschieben als in den subalpinen Seen.

Sowohl die horizontale als vertikale Verbreitung der Großzahl der Rhizopoden fällt in einem Seebecken zusammen mit derjenigen des feinen Schlamms; schon der etwas grobkörnige, mit Steinchen durchmischte Schlamm der ufernahen Haldenteile beherbergt nicht mehr dieselbe Menge an Rhizopoden wie der homogen sedimentierte Schlamm der mehr zentral gelegenen Seeteile. Oft fehlt der Schlamm und mit ihm fehlen auch die Rhizopoden gänzlich am Ufer. Zwischen Ufer und Tiefe besteht hauptsächlich ein Unterschied in der Menge der Rhizopoden, weniger in der artlichen Zusammensetzung. Bornhauser (7) erwähnt in seiner Quellenfauna ebenfalls, daß die Rhizopoden den schlammigen Limnokrenen den Vorzug geben vor den Rheokrenen. Einzig *Difflugia lebes* und *D. constricta* zeigen eine Vorliebe für grobsandigen Uferboden, ohne sich aber auf die geringe Tiefe zu beschränken.

Von den Nematoden ist es vor allem *Ironus ignavus,* welcher sich an den feinen Schlamm der tiefern Seeteile hält. Er ist im Lünersee oberhalb 20 m selten, wird aber unterhalb dieser Tiefe so häufig, daß er als charakteristisches Element dieser Bodenart bezeichnet werden kann.

Nach Individuen gezählt stehen gewisse Oligochaeten unter den Schlammbewohnern an erster Stelle. Meist sind es nur eine oder zwei Arten, welche den Bodenschlamm eines Seebeckens charakterisieren. Doch nimmt keineswegs in allen Seen dieselbe Art die dominierende Stellung ein; bald ist es *Tubifex tubifex,* bald aber *Stylodrilus heringianus,* wie z. B. im Lüner- und Lucendrosee. Diese den homogenen Tiefenschlamm bevorzugenden Oligochaeten fehlen zwar dem Ufer nicht, sind aber darin viel seltener als in der Tiefe, weil auch ihr Wohnelement, der Schlamm, darin viel spärlicher abgelagert ist.

So sehr auch *Fredericella sultana* sich an den Grundschlamm hält, so ist sie anderseits ganz unregelmäßig über denselben ver-

teilt. Von anscheinend ähnlich beschaffenen Lokalitäten innerhalb eines Seebeckens bringt das Netz einmal ganze Büschel herauf, um nicht weit davon nur Spuren oder gar nichts davon heraufzubefördern. Am reichsten entwickelt fand ich die Bryozoe im Silsersee.

Die Cladoceren *Macrothrix hirsuticornis* und *Iliocryptus sordidus* sind in den untersuchten Seen nur durch vereinzelte Exemplare vertreten, weshalb kein sicherer Schluß auf eine etwa ausgeprägte Bodenauswahl möglich ist. Immerhin halten sie sich, im Gegensatz zu den andern in Uferpflanzen dicht gedrängt vorkommenden Cladoceren, mehr an das Sublitoral, wo nennenswerter Schlammabsatz beginnt.

Das Vorkommen von *Cytheridea lacustris* wird offenbar schon durch geringe Mengen von Bodenschlamm ermöglicht; sie scheint sogar dem sandigen Ufer den Vorzug zu geben; sie wagt sich auch in den grobsteinigen Uferrand, vermag aber den mit immer neuem Schutt sich überdeckenden Alluvionskegel nicht zu besiedeln. Weniger wählerisch ist *Candona neglecta*. Doch ist auch sie häufiger auf sandigem Boden als im homogenen Schlamm. Die große Beweglichkeit der Ostracoden bindet sie überhaupt weniger fest an eine bestimmte Bodenformation.

Daß die im Schlamm lebenden Pisidien in ihrer Verbreitung an schlammigen Untergrund mehr oder weniger gebunden sind, ist selbstverständlich; doch wählen sie ihn nicht ausschließlich, sondern sammeln sich oft in großen Massen auch vor nicht allzu raschfließenden und nur Sand führenden Bächen an. So fand ich sie in besonders großer Zahl vor einem vom Rellstalsattel in den Lünersee fließenden Bächlein.

2. Die Vegetation.

Der Einfluß, den An- oder Abwesenheit von chlorophyllhaltigen Pflanzen auf die Verteilung der Fauna ausüben, kann ein sehr verschiedenartiger sein. Manchen Arten mag das dichte Gewirr der Potamogeton- und Charawiesen nur als Wohnort dienen, andern gewähren die Pflanzen oder ihre unmittelbaren Zerfallprodukte Nahrung. Eine dritte Wirkung ist vielleicht in der reichen Sauerstoffentwicklung und den damit sich günstig gestaltenden Lebensbedingungen zu suchen. Die Pflanzenbestände sind oft engbegrenzte, durch Schutthalden,

anstehenden Fels oder Alluvionskegel getrennte Bezirke. Flache oder wenig steile Ufer weisen dichte Bestände von Equisetum, Potamogeton oder Characeen auf; steilen Hängen fehlt fast jede Vegetation. Im Lünersee schaffen stetige Niveauschwankungen einen breiten vegetationslosen Gürtel; Spiegelschwankungen von jährlich 18 m unterdrücken völlig jedes Leben makroskopischer Pflanzen im Öschinensee. Eine für alle Seen geltende untere Verbreitungsgrenze der Pflanzen kann nicht gezogen werden; sie liegt nicht einmal in ein und demselben Seebecken überall gleich tief.

Eine Bevorzugung pflanzenbewachsener Stellen vor solchen ohne Vegetation ist bei *Hydra vulgaris* zu erkennen; doch hält der Polype nicht strenge daran und tritt auch in seltenen Exemplaren auf steinigem Untergrund oder unterhalb der Zone der makroskopischen Pflanzen auf.

Unter den Nematoden finden *Tripyla papillata* und *Dorylaimus agilis* ihre Hauptentwicklung in den Pflanzenbeständen litoraler Tiefen. Der stets grün gefärbte Darm von *D. agilis* deutet auf Pflanzenkost. Weniger allgemein trat diese Erscheinung auch bei *T. papillata* auf. Während ich im Lünersee unterhalb 30 m nur 7 Exemplare von *T. papillata* erbeutete, fand sich die Art in den Fängen in pflanzenbewachsenen Uferstellen zu Hunderten; an steinigen Orten fehlt der Nematode ganz. Auffallend dagegen ist, daß er im pflanzenarmen Lucendrosee noch in 30 m häufig ist.

„*Nais variabilis*" sagt Schuster (46) „scheint sich vorzugsweise von Algen zu ernähren" und „bevorzugt namentlich Algenrasen." Dasselbe gilt von ihr in den von mir untersuchten Hochalpenseen, in denen sie sich vorzüglich in den litoralen Pflanzenrasen aufhält.

Auch die Hirudineen *Helobdella stagnalis* und *Herpobdella octoculata* erhalten in der Hauptsache ihre Verbreitung durch die Anwesenheit von Pflanzen vorgezeichnet.

Am ausgesprochensten sind die Cladoceren *Simocephalus vetulus, Eurycercus lamellatus* und *Alona affinis* an die Flora des Litorals gebunden. Besonders reiche Entwicklung finden *S. vetulus* und *E. lamellatus* in den Potamogetonwiesen der Engadinerseen. Für eine Auswahl derartiger Wohnorte sprechen auch die Beobachtungen Baumanns (3) in den Stockhornseen; der genannte

Autor fand *S. vetulus* nur zwischen Pflanzen des untern Sees, während er sie im vegetationslosen Oberstockhornsee vermißt.

Von den Cyclopiden halten sich vor allem *Cyclops fuscus* und *C. albidus* an das Laichkraut; der sonst eher sporadisch auftretende *C. fuscus* kann besonders im Litoral des Davosersees mit kurzem Netzzug zu Hunderten erbeutet werden. Er fehlt zwar auch dem pflanzenlosen Ufer des Öschinensees nicht ganz, ist aber darin äußerst selten. Mit Ausnahme eines einzigen Exemplars von *Canthocamptus schmeili* aus 30 m Tiefe des Lünersees stammen sämtliche gefundenen Harpacticidien aus mit Pflanzen bewachsenen Uferstellen. Dieses auf die Uferflora beschränkte Vorkommen der Harpacticidien ist umso interessanter, als einige der gefundenen Arten, wie z. B. *C. crassus, C. zschokkei, C. echinatus* var. *luenensis, C. minutus* und *C. schmeili* auch im Tiefenschlamm subalpiner Seen gefunden wurden; außer der für die Schweiz neuen *Moraria schmeili* fehlt in der Harpacticidenliste der Tiefentiere der alpinen Randseen nur *C. rhaeticus*.

Ob auch *Candona candida* zu den pflanzenbevorzugenden Arten zu rechnen ist, kann ich nicht eindeutig bestimmen; als ein Anzeichen dafür könnte die Tatsache erwähnt werden, daß sie im pflanzenarmen Lucendrosee selten ist und im vegetationslosen Öschinensee gänzlich fehlt.

Gammarus pulex fand ich besonders häufig in den Litoralpflanzen des Silsersees, und auch in dem benachbarten Silvaplanersee trat er vor allem an ähnlichen Lokalitäten auf.

Mit den Angaben Zschokkes (57), daß die Tardigraden „algenreiche Stellen" bevorzugen, decken sich auch meine Befunde; Tiere mit von Algen gefülltem Darm waren häufig. In keinem See habe ich Tardigraden unterhalb der Pflanzenzone gefunden.

Von den Gastropoden halten sich *Limmaea auricularia, L. ovata* und *L. peregra* an die Pflanzenbestände; besonders der Davosersee mit seinen ausgedehnten Potamogetonwiesen ermöglicht eine reichere Schneckenfauna als die übrigen Seen.

3. Niveauschwankungen.

Aus den im Lünersee bis zu 4 m Tiefe (der untern Grenze seiner Niveauschwankungen) gemachten Fängen geht hervor, daß diese Zone nur wenigen Tierarten den Aufenthalt ermöglicht,

und auch diesen wenigen wird eine ausgiebige Besiedelung dieser Zone dadurch erschwert, daß sie periodisch gezwungen werden, wieder tiefer zu gehen. Meistens handelt es sich um leicht bewegliche Tiere, welche dem Steigen und Sinken des Wassers folgen können, oder aber es sind Larven, welche zu ihrer Entwicklung nur einer beschränkten Zeitdauer bedürfen.

Am ausgesprochensten kommt die Wirkung der Niveauschwankungen auf Flora und Fauna im Öschinensee zum Ausdruck, in welchem nach Grolls (25) Messungen die Niveauhöhe jährlich bis 18,5 m schwanken kann.

Die für Rhizopoden ohnehin ungünstigen Verhältnisse im Litoral hochalpiner Seen werden durch diese Schwankungen noch gesteigert. Hydrozoen, Nematoden und Oligochaeten vermögen dem Wechsel des Niveaus nicht zu folgen und lassen die den Schwankungen unterworfene Zone unbevölkert. Im Öschinensee verunmöglichen die Niveauschwankungen jede Ansiedelung von Wasserpflanzen (dafür waren einige auf dem steinigen Strandgürtel gewachsene Frühlingspflanzen anfangs Juli, als die Schneeschmelze in vollem Gange war, unter Wasser gesetzt worden), die Tiere aber, die auf den Pflanzenwuchs angewiesen sind, sei es, daß die Vegetation ihnen Nahrung oder Wohnung bietet, sei es, daß sie der darin lebenden Arten als Nahrung bedürfen, sind ebenfalls nicht befähigt, das Litoral eines solchen Sees zu bewohnen. Im Öschinensee fehlen die litoralen Phyllopoden, Copepoden und Ostracoden gänzlich und im Lünersee ist ihre Verbreitung einige Meter hinuntergedrückt. Auch Zschokke (56) erkannte in den Niveauschwankungen die Ursache der Tierarmut des Lac de Brenets und des Litorals des Lünersees; sessile oder wenig bewegliche Tiere suchte er vergebens in geringer Tiefe.

Die unten folgende qualitative Tabelle möge die Unterschiede zwischen den Seen mit Niveauschwankungen und solchen ohne veranschaulichen. Da ich nicht alle Seen gleich intensiv untersuchte, gebe ich neben den absolut gefundenen Zahlen der Litoralarten noch das Verhältnis zur Zahl der gefundenen eurybathen Arten an. Die Rhizopoden, Mermithiden, Tardigraden, Trichopteren und Limnobiiden habe ich bei diesem Vergleich nicht berücksichtigt, da ich sie entweder nur aus einem See bestimmte oder weil es sich nur um zufällige Seebewohner handelt.

Niveauschwanken:	Sehr gering, unter 1 m					ca. 7 m	18,5 m
See:	Davosersee	Lucendrosee	St. Moritzersee	Silsersee	Silvaplanersee	Lünersee	Öschinensee
Zahl der gefundenen Litoralarten	47	23	39	57	49	32	8
Zahl der gefundenen eurybathen Arten	9	5	10	15	14	15	10
Verhältnis der Zahl der litoralen Arten zur Zahl der eurybathen Arten	5,2/1	4,6/1	3,9/1	3,8/1	3,5/1	2,1/1	0,8/1

Die Tabelle zeigt, daß die großen Niveauschwankungen die absolute Zahl der Litoralbewohner erniedrigen und das Verhältnis zugunsten der eurybathen Fauna verschieben.

4. Steile Ufer.

Steile Ufer sind die Ursache für die oft wenig ausgiebige Besiedelung des Litorals mancher Hochalpenseen; mit der Steilheit des Ufers verringert sich für die auf litorale Tiefen beschränkten Arten die horizontale Ausdehnung ihres Wohnraums.

5. Steile Felsufer.

Sie beherbergen eine arten- und individuenarme Fauna; Chironomidenlarven sind fast die einzigen in felsigen Ufern gefundenen Tiere, zu ihnen gesellen sich etwa noch *Cyclops fimbriatus* und *C. serrulatus*, doch stets nur in vereinzelten Exemplaren; ähnliche Armut fand Bretscher (14) für die Oligochaetenfauna in steilen und steinigen Ufern des Langensees vor Ascona.

6. Der rasch einfliessende Schmelzbach

verhindert durch die fortwährende Überlagerung seiner Einmündungsstelle mit Geschiebe eine Entwicklung der Bodenfauna des Sees; nur leichtbewegliche Formen, wie z. B. Dipterenlarven und Milben, versuchen die Einmündungsstellen zu bevölkern. Aus dem Bach eingeschwemmte Planarien und Trichopteren vermögen sich für einige Zeit im See zu halten; doch trägt diese eingeschwemmte Fauna stets den

Charakter des Zufälligen. Von einer Ausdehnung des Wohnbezirks der Bachbewohner in den See hinaus kann nicht gesprochen werden. Eingeschwemmter Detritus und Schlamm lagert sich infolge der Strömung tiefer als gewöhnlich ab. Damit sinkt auch die Uferfauna abwärts. Dies ist z. B. der Fall bei *Pisidium ovatum* in 36—45 m Tiefe (Fang 42 und 43) und für *Candona candida* in 40—45 m Tiefe (Fang 43) und 80—92 m (Fang 65) vor dem Cavelljochbach des Lünersees. Schon Asper (2), dem es bei seinen Proben mehr nur um den Nachweis einer Tiefenfauna überhaupt zu tun war, als um deren bathymetrische Verteilung, erkannte die Faunaarmut vor starken Sturzbächen und geschiebeführenden Flüssen.

7. Gehalt des Seewassers an Sauerstoff und Schwefelwasserstoff.

In den temperierten Seen wird das Tiefenwasser mit Eintritt der Sommerstagnation durch die obern warmen Schichten von der Berührung mit dem Sauerstoff abgeschlossen. Sowohl durch die im Wasser lebenden Tiere, als durch Fäulnisprozesse wird der Sauerstoff des Tiefenwassers allmählich verbraucht. Dadurch entsteht gegen den Herbst hin in den tiefern Schichten Sauerstoffarmut.

In den polaren Seen hält die Zirkulation des Wassers von der Oberfläche bis zur Tiefe das ganze Jahr hindurch an und damit auch die Sauerstofferneuerung.

Vermutlich gehört auch der Lucendrosee zu den polaren Seen; denn seine Temperatur stieg selbst Ende Juli 1913 nicht über 4° C. Wenn auch Anfänge einer Sommerstagnation eintreten sollten, so dürfte sie doch bald wieder gestört werden durch tiefe Temperaturen während der Nacht. Außerdem wird dem Seewasser durch steile und stets kalte Schmelzbäche mit Sauerstoff übersättigtes Wasser zugeführt.

In den polaren Faktoren des Sees dürfte die Ursache zu suchen sein für die ausnahmsweise reiche Bevölkerung des Lucendrosees mit *Planaria alpina*. Der genannte Strudelwurm bewohnt den See bis zur maximalen Tiefe. Größe und Farbe des Tieres sind in allen Tiefen dieselben, wie sie Tiere aus dem Bergbach aufweisen. In den übrigen Seen ist *P. alpina* selten und nur in verkümmerten Exemplaren zu finden.

P. alpina ist ein ausgeprägter Bewohner des raschfließenden Bergbachs, dessen Wasser reich an Sauerstoff ist. Es dürfte daher für *P. alpina* nicht leicht sein, diesen Wohnort ohne weiteres mit der sauerstoffarmen Seetiefe zu vertauschen. Im großen Sauerstoffbedürfnis des Strudelwurms dürfte also die Ursache liegen, warum *P. alpina* nur dem Lucendrosee angehört, nicht aber den übrigen Seen.

Auf dieselbe Ursache ist vielleicht auch die Tatsache zurückzuführen, daß der Lucendrosee keine Tiefenform von *Pisidium ovatum* ausbildet.

Die tiefsten Fänge in der zentralen Partie eines Sees sind in der Regel faunaarm oder sogar tierlos. Meist bringt das Netz nur wenige Exemplare von Oligochaeten oder Dipterenlarven herauf; am deutlichsten ist die Abnahme der Individuenzahl in der Mulde des Seebodens an Arten zu sehen, die in den übrigen Seeteilen sehr häufig sind. So z. B. bevölkert *Cytheridea lacustris* ausgiebig die Halden des Lünersees, dem tiefsten Seeboden fehlt sie aber gänzlich. Ähnlich verhält sich *Ironus ignavus* im Silvaplaner- und Silsersee.

Es scheint also, daß das für das Plankton durch Sauerstoffarmut hervorgerufene Azoicum, wie es Behrens (4) im Sakrowersee in Ausdehnung und Zeit genauer nachwies, eine analoge Erscheinung findet in dem Fehlen einer Bodenfauna in der tiefsten Mulde des Seebeckens. Die Wirkung des Sauerstoffschwunds dürfte übrigens noch vergrößert werden durch die Bildung von Schwefelwasserstoff, verursacht durch das Absterben beträchtlicher Planktonmengen. Wenigstens stellten Herr Dr. Suchlandt und der Verfasser im Herbst 1915 in der größten Tiefe des Davosersees Schwefelwasserstoff fest, während der Sauerstoff vollständig geschwunden war. Der Davosersee erhält nur unbedeutende Abwässer. Zwei in ihm auf Verunreinigung hindeutende Funde von Chironomidenlarven mit Blutkiemen liegen vor den Einmündungsstellen kleiner Abwässer; beim einen nämlich (Fang 6) befindet sich am Ufer ein Misthaufen, beim andern (Fang 7) mündet das Küchenabwasser der Pension Seehorn ein. Auch der Silsersee lieferte Chironomuslarven mit Blutkiemen, doch nur in verschwindend kleiner Zahl.

Als eigentlich verunreinigt kann nur der St. Moritzersee gelten. Er wies auch tatsächlich Chironomuslarven mit Blut-

kiemen auf in zwei Fängen von 15—35 m Tiefe. Ein Fang in maximaler Tiefe enthielt überhaupt keine Tiere mehr. Auch die seither gemachten Untersuchungen Borners (nach Thienemann [54]) bestätigen, daß der St. Moritzersee zu einem Chironomussee hinneigt.

8. Temperatur.

Zschokke (60) hat wiederholt gezeigt, daß eine bestimmte Faunagruppe („stenotherme Trümmer der Eiszeit") die kalten Schichten des Tiefenwassers subalpiner Seen aufsucht. Ekman (20) sagt am Schlusse seiner Untersuchungen über den Vättern (pg. 400): „Soweit uns die Lebensbedürfnisse der europäischen sublitoral-profunden Fauna bekannt sind, wählen ihre Arten, wenigstens der großen Mehrzahl nach, die fraglichen Wasserschichten ausschließlich weil diese eine ihnen zusagende Temperatur besitzen."

Meine Untersuchungen haben ergeben, daß die meist niedrige Temperatur des Oberflächenwassers hochalpiner Seen nicht zu einer Verbannung gewisser Arten in die Tiefe führt. Echt profunde Elemente der subalpinen Tiefsee leben im Hochalpensee litoral. Auf die Bedeutung dieser Tatsache und die Erörterung der fraglichen Arten werde ich weiter unten noch zurückkommen. Eine durch die Temperatur hervorgerufene Trennung der Bodenfauna in litorale und profunde Elemente, wie sie im subalpinen See stattfindet, unterbleibt im Hochalpensee infolge der stets niedrigen Temperatur auch des Oberflächenwassers.

V. Die bathymetrische Verteilung der Bodenfauna hochalpiner Seen.

1. Einleitende Bemerkungen.

In diesem Abschnitt soll die von mir untersuchte Bodenfauna nach rein bathymetrischen Gesichtspunkten in Gruppen geordnet werden, ohne die Ökologie der einzelnen Arten zu berücksichtigen.

In den Tabellen sind deutlich zwei Gruppen zu unterscheiden; die eine bewohnt nur Tiefen von 0—30 (40) m, die andere dehnt ihren Wohnbezirk vom Ufersaum bis zur größten Tiefe aus. Ich heiße die Faunagruppe, die sich vom Ufer bis zur Tiefe von 30 (40) m verbreitet, litorale Fauna; für diejenige, die sich vom Ufer bis zur größten Tiefe ausdehnt, verwende ich die von Ekmann (20) geprägte Bezeichnung: eurybathe Fauna. Spätern Erörterungen schicke ich voraus, daß dem Hochalpensee eine rein profunde Fauna fehlt.

Ob die untere Grenze der litoralen Fauna zusammenfällt mit einer physikalischen oder floristischen Stufe, kann ich nicht sicher entscheiden; wahrscheinlich ist, daß ihre vertikale Verbreitung etwa mit dem Vorhandensein von Pflanzen und Detritus zusammenfällt. Diese Frage ist aber für die bathymetrische Einteilung, so wie sie hier durchgeführt werden soll, belanglos.

Es erheben sich nun die Fragen:

a) Welche Arten innerhalb eines Seebeckens sind der litoralen, und welche der eurybathen Fauna zuzuweisen? Die Wassermasse eines Sees bildet für die aktive und passive Bewegung der Tiere ein ziemlich gleichmäßiges Medium. So erscheint es auch ohne weiteres begreiflich, daß aus den durch bathymetrische oder ökologische Faktoren bedingten Biocoenosen einzelne Exemplare auswandern und in Seeteile gelangen können, deren Bedingungen der Art im ganzen Umfang nicht mehr entsprechen. Mehr als in den subalpinen Seen verliert im Hochalpensee die litorale Zone durch eingesehobene, steile Felswände und Sturzbäche den Charakter der Einheitlichkeit. Auch ihre Abgrenzung nach unten müßte von Ort zu Ort verschieden tief angesetzt werden. Schon Burckhardt (15) sah in der Steilheit und Pflanzenarmut der Uferregion des Vierwaldstättersees die Ursache der geringen Ausdehnung der Litoralregion im Vergleich zur pelagischen und profunden Zone und sagt, daß es unmöglich sei, eine allgemein gültige Grenze zwischen Litoral und Tiefe anzugeben. Zu gleichen Resultaten kam auch Zschokke (60) durch seine Untersuchungen im genannten Seebecken.

Um vereinzelte, sozusagen verirrte Exemplare richtig zu bewerten, habe ich versucht, mit der früher angegebenen Methode ein möglichst genaues, zahlenmäßiges Bild von der relativen Be-

völkerungsdichte zu erhalten. Die geringen Dimensionen der hochalpinen Seen ermöglichen eine im Verhältnis zu ihrer Flächenausdehnung relativ große Anzahl Fänge zu machen, wodurch kontinuierliche Serien von Proben von der größten Tiefe bis zum Ufer erhalten werden können. So ist es möglich, einige lückenlose Bilder über die bathymetrische Verteilung zu gewinnen. Stehen z. B. Hunderten in 0—20 m Tiefe vorhandenen Exemplaren einer Art nur wenige in 60—80 m (in ungefähr gleicher Menge Detritus gefundenen) gegenüber, so können wir die Art kaum als eurybath bezeichnen, sondern müssen sie zur litoralen Fauna rechnen. Die aus der Fülle reicher litoraler Bestände aktiv oder passiv über die ökologischen Grenzen der Art hinausgewanderten Individuen dürften kaum zu einer dauernden Besiedelung der Tiefenzone führen, oder aber die Art erfährt im neuen Wohnort eine morphologische Umgestaltung. Es dürfte auch die Tiefenverbreitung der Jugendstadien zusammen mit der maximalen Häufigkeit der Art einen Hinweis geben auf die der Art am besten zusagende Tiefe. Erwachsene, versprengte oder aktiv herabgewanderte Exemplare können ihr individuelles Leben weiter fristen, die empfindliche Brut aber könnte nur unter der Art vorteilhaften Bedingungen zur Entwicklung gelangen.

b) Ist eine Art in allen Seebecken ein und derselben Tiefengruppe zuzurechnen? Nach meinen Untersuchungen ist dies nicht der Fall; und zwar verhalten sich Arten im subalpinen See anders als im Hochalpensee und selbst innerhalb der von mir untersuchten Hochalpenseen sind Unterschiede zu verzeichnen. Eine Art ist also nur für einen See oder für eine Gruppe von Seen bathymetrisch bestimmt. Da indessen bei den von mir untersuchten Seen nur gewisse Faunaelemente des Lucendrosees eine Ausnahme machen, so gebe ich eine Einteilung der Fauna, wie ich sie in allen übrigen Seen erhalten habe.

Einige Formen, nämlich *Planaria bathycola, Niphargus puteanus* und *Dendrocoelum infernale* reihe ich überhaupt nicht in eine der obgenannten Tiefengruppen ein, da ihre Verbreitung von ganz lokalen Ursachen abzuhängen scheint.

Wenn ich auch einige nur vereinzelt gefundene Formen einer Gruppe zuteile, so geschieht es, weil dafür ihre bisher bekannt gewordene Verbreitung und Lebensweise sprechen. Hierbei handelt es sich übrigens stets um ubiquistische Arten.

2. Die litorale Fauna.

Sie setzt sich aus folgenden Arten zusammen:

1. *Difflugia lebes.*
2. „ *constricta.*
3. *Centropyxis aculeata.*
4. *Vorticella campanula.*
5. *Epistylis digitalis.*
6. *Pyxidium cothurnoides.*
7. *Tokophrya cyclopum.*
8. *Hydra vulgaris.*
9. „ *viridissima.*
10. *Aphanolaimus aquaticus.*
11. *Monhystera dispar.*
12. „ *vulgaris.*
13. *Tripyla papillata.*
14. *Ethmolaimus revaliensis.*
15. *Mononchus macrostoma.*
16. „ *papillatus.*
17. „ *zschokkei.*
18. *Trilobus gracilis.*
19. „ *pellucidus.*
20. *Plectus cirratus.*
21. „ *tenuis.*
22. *Dorylaimus obtusicaudatus.*
23. „ *carteri* var. *litoralis.*
24. „ *attenuatus.*
25. „ *agilis.*
26. „ *stagnalis.*
27. „ *crassus.*
28. „ *flavomaculatus.*
29. *Paranais uncinata.*
30. *Nais pseudobtusa.*
31. „ *communis.*
32. „ *variabilis.*
33. *Stylaria lacustris.*
34. *Tubifex ferox.*
35. *Limnodrilus hoffmeisteri.*
36. *Mesenchytraeus setosus.*

37. *Lumbriculus variegatus.*
38. *Glossosiphonia heteroclita.*
39. „ *complanata*.
40. „ „ var. *concolor.*
41. „ „ „ *verrucata.*
42. *Helobdella stagnalis.*
43. *Herpobdella octoculata.*
44. *Simocephalus vetulus.*
45. *Macrothrix hirsuticornis.*
46. *Iliocryptus sordidus.*
47. *Eurycercus lamellatus.*
48. *Alona affinis.*
49. *Chydorus sphaericus.*
50. *Cyclops fuscus.*
51. „ *albidus.*
52. „ *serrulatus.*
53. „ *fimbriatus.*
54. „ *viridis* (ausgenommen im St. Moritzersee).
55. „ *vernalis* (ausgenommen im Lünersee?).
56. *Canthocamptus crassus.*
57. „ *echinatus* var. *luenensis.*
58. „ *minutus.*
59. „ *rhaeticus.*
60. „ *zschokkei.*
61. „ *schmeili.*
62. *Moraria schmeili.*
63. *Cyclocypris laevis.*
64. „ *ovum.*
65. *Cypria ophtalmica.*
66. *Candona candida.*
67. „ *rostrata.*
68. *Eucypris pigra.*
69. „ *fuscata.*
70. *Potamocypris zschokkei.*
71. *Gammarus pulex.*
72. *Macrobiotus macronyx.*
73. „ *lacustris.*
74. „ *tetradactylus.*
75. „ *hufelandi.*

76. *Macrobiotus hamsworthi.*
77. „ *echinogenitus.*
78. „ *ambiguus.*
79. „ *dispar.*
80. *Milnesium tardigradum.*
81. *Diphascon angustatum.*
82. *Limnochares aquatica.*
83. *Lebertia rufipes.*
84. „ *cognata.*
85. „ *porosa.*
86. „ *dubia.*
87. *Hygrobates nigromaculatus.*
88. *Pionacercus Leuckarti.*
89. *Hydrochoreutes ungulatus.*
90. *Piona disparilis.*
91. *Arrhenurus conicus.*
92. *Hydroporus borealis.*
93. *Agabus solieri.*
94. *Culicoidinae vermiformis.*
95. *Pelopia monilis.*
96. „ cfr. *nigropunctata.*
97. *Chironomus* mit Blutkiemen.
98. *Paratendipes.*
99. *Paratanytarsus.*
100. *Orthocladiariae.*
101. *Corynoneura.*
102. *Diamesa.*
103. *Limnaea auricularia.*
104. „ *ovata.*
105. „ *peregra.*
106. „ *truncatula.*
107. *Planorbis crista.*
108. *Pisidium ovatum (fragillimum).*
109. „ *nitidum.*
110. *Cottus gobio.*

Die meisten Pflanzenbewohner treten nur in geringer Tiefe, in dieser aber in großer Individuenzahl auf; die übrigen litoralen Arten sind eher vereinzelt und gleichmäßig über die litorale Zone ausgestreut.

Mehrere der litoralen Arten sind von Zschokke (60) auch in seiner „Tiefseefauna" aufgeführt worden; doch weist er selbst darauf hin, daß es sich nur um Einwanderer aus dem Litoral handelt, die nicht zur eigentlichen profunden Fauna gehören.

Bei einigen der obgenannten Arten ist die Entscheidung darüber, ob sie wirklich der Litoralfauna angehören oder nicht, aus dem Grunde schwierig, weil die betreffenden Arten nur in wenigen Exemplaren gefunden wurden. Doch kann dem gegenüber gehalten werden, daß diese Formen sicher nicht häufig sind in der Tiefe und deshalb kaum zu den charakteristischen eurybathen Arten zählen.

Die untere Verbreitungsgrenze der Litoralformen liegt nicht für alle Arten gleich tief; einige gehen bis 30 m, andere aber bis 40 m Tiefe hinunter.

Difflugia lebes, D. constricta und *Centropyxis aculeata* habe ich, obwohl sie im Lünersee auch in der Tiefe vorkommen, in die litorale Gruppe eingereiht, weil ihre Frequenzmaxima oberhalb 30 m Tiefe liegen; dies ist um so mehr zu berücksichtigen, als die Bedingungen im Litoral des Lünersees sonst für Rhizopoden eher schlecht sind. Auch sind die drei genannten Formen im Litoral häufiger als die übrigen Rhizopodenarten. Zudem habe ich diese Arten im Davoser-, Silvaplaner- und Silsersee nur litoral gefunden.

Vorticella campanula sollte eigentlich nach der Verbreitung im St. Moritzersee als eurybath bezeichnet werden. Doch habe ich eine nicht bestimmbare *Vorticella,* wahrscheinlich ebenfalls *V. campanula,* sonst nur litoral gefunden. Im übrigen sind alle gefundenen Infusorien im Litoral weit häufiger als in der Tiefe.

Hydra vulgaris habe ich nur einmal unterhalb der litoralen Zone gefunden, in 41 m Tiefe des St. Moritzersees; möglicherweise steht der Fangort noch im Bereich der Innströmung. In den andern Seen zeigt *H. vulgaris* deutliche Bevorzugung geringer Tiefen.

Tripyla papillata ist ausgesprochen litoral und der häufigste Ufernematode.

Von den Oligochaeten ist es vor allem das *Genus Nais,* welches litoral quantitativ am stärksten vertreten ist. Die andern litoralen Oligochaeten treten nur vereinzelt auf.

Die Cladoceren *Simophalus vetulus, Eurycercus lamellatus, Alona affinis* und *Chydorus sphaericus* bilden eine Gruppe der

Litoralfauna, die ihr Maximum oberhalb 10 m Tiefe hat. Diese bathymetrische Verteilung ist jedenfalls nur eine Folge ihrer stenoedaphischen Natur, der Vorliebe für die auf geringe Tiefen beschränkten Potamogetonwiesen. Die mehr im Schlamme kriechenden *Macrothrix hirsuticornis* und *Iliocryptus sordidus* dagegen gehen bis 40 m Tiefe hinab, sind aber weit seltener.

Im Öschinensee fehlen die ökologischen Bedingungen für die Existenz einer Litoralfauna als Folge der großen Niveauschwankungen. Die wenigen und in seltenen Exemplaren vorkommenden Arten haben eine atypische bathymetrische Verbreitung, indem sie auch in der Tiefenzone vorkommen, wie z. B. *Dorylaimus stagnalis* und *Cyclops fuscus.*

Cyclops viridis gibt sich im Silvaplaner- und Silsersee deutlich als Litoralform zu erkennen; dagegen spricht höchstens der Fund in 40 m Tiefe des St. Moritzersees. Unsicher bleibt die Stellung von *C. vernalis,* der im Silsersee litoral auftritt, im Davoser- und Lucendrosee vereinzelt in Tiefen von 30 m zu erbeuten war, im Lünersee aber eurybathe Verbreitung hat. Bisher wurde *C. vernalis* nie in der Tiefe gefunden. Vielleicht ist diese Abweichung bloß auf jahreszeitliche Ursachen zurückzuführen; der Lünersee ist der einzige im Herbst (Oktober) besuchte See, in den andern sammelte ich im Sommer (Juli). Auf keinen Fall aber kann *C. vernalis* als typischer eurybather Bewohner bezeichnet werden, dazu tritt er in der Tiefe zu vereinzelt auf.

Cypria ophtalmica fing ich im Lünersee außer im Litoral pelagisch. Aus der Tabelle über die Tiefenverbreitung geht auf den ersten Blick nicht hervor, ob *Candona candida* litoral oder eurybath sei. Sie scheint sogar vikarierend aufzutreten mit *C. neglecta,* d. h. eurybath, wenn *C. neglecta* im See vorhanden ist, litoral, wenn *C. neglecta* die Tiefe des Sees besetzt. Da aber *C. candida* eine nur im Herbst häufig auftretende Form ist, dürften meine Resultate noch eine andere Deutung zulassen.

Die Fänge im Lünersee wurden im Herbst (Oktober 1911) gemacht; aus ihnen ist ersichtlich, daß *C. candida* eine Litoralform ist; bei den im Juli gemachten Fängen in den Engadinerseen ist ein solch zonares Auftreten nicht zu beobachten. Die wenigen den Sommer hindurch aushaltenden Tiere, wie sie auch Alm (1) in nicht austrocknenden Tümpeln Schwedens fand, verteilen sich auf alle Tiefen, vorwiegend sogar auf die untern Schichten. Die

bei *C. candida* im Herbst eintretende ausgiebige Vermehrung dürfte aber auch im Litoral der Engadinerseen ein Verteilungsbild hervorrufen, wie es der Lünersee im Oktober zeigte, so daß sie dann auch in den Engadinerseen als deutlich litoral erscheinen würde. Auf keinen Fall kann aus meinen Tabellen geschlossen werden, daß die Art im einen See häufiger sei als im andern, oder in den verschiedenen Seen verschiedene Tiefen bevorzuge.

C. candida dürfte übrigens auch subalpin litoral sein. Daraufhin deuten die verhältnismäßig häufigen Funde in geringen Tiefen, mit Ausnahme derjenigen im Bodensee. Ich halte es nicht einmal für ausgeschlossen, daß die lange unsicher gewesene systematische Stellung der Art Anlaß zu Verwechslungen mit andern Arten gab. Für die Ähnlichkeit in der Verbreitung von *C. candida* und *C. neglecta* im Vierwaldstättersee, wie ich sie im Lünersee fand, sprechen folgende von Zschokke (60) gemachten Angaben. Er fand unterhalb der Tiefengrenze von 20 m:

Candona candida nur in 20—25 m Tiefe und nur 5 mal,
„ *neglecta* aber in 27—214 m Tiefe und 59 mal.

Von großem Interesse ist die weiter unten noch zu besprechende Tatsache, daß auch *Lebertia rufipes*, eine subalpin rein profunde Milbe, im Hochalpensee nur litoral auftritt.

Die Dipterenfauna ist besonders im Sublitoral reich entfaltet; ihre Hauptmasse wird durch eine *Paratanytarsus*-Larve gebildet.

3. Die eurybathe Fauna.

Dazu gehören:

1. *Corycia penardi.*
2. *Difflugia piriformis.*
3. „ „ var. *lacustris.*
4. „ *elegans.*
5. „ „ var. *teres.*
6. „ *varians.*
7. „ *fallax.*
8. „ *lanceolata.*
9. „ *globulosa* forma *genuina.*
10. „ „ „ *globularis.*
11. „ *lemani.*
12. „ *avellana.*

13. *Difflugia hydrostatica* var. *lithophila.*
14. *Pontigulasia spectabilis.*
15. „ *bigibbosa.*
16. *Lecquereusia modesta.*
17. *Heleopera petricola.*
18. „ „ var. *amethystea.*
19. *Phryganella nidulus.*
20. *Campascus triqueter.*
21. *Ironus ignavus.*
22. *Mermis arenicola.*
23. „ *formosa.*
24. „ *subtilis.*
25. „ *terricola.*
26. *Paramermis zschokkei.*
27. „ *contorta.*
28. „ *rosea.*
29. *Tubifex tubifex.*
30. *Stylodrilus heringianus.*
31. *Haplotaxis gordioides.*
32. *Fredericella sultana.*
33. *Candona neglecta.*
34. *Cytheridea lacustris.*
35. *Tanypinae.*
36. *Pelopia.*
37. *Macropelopia.*
38. „ cfr. *Fehlmanni.*
39. *Chironomus* ohne Blutkiemen.
40. „ mit langem Palpus.
41. *Syntanytarsus.*
42. *Gregarius*-Gruppe.
43. *Inermipes*-Gruppe.
44. *Psectrocladius* spec. (cfr. *psilopterus*).
45. *Prodiamesa* spec.
46. *Pisidium (ovatum-) fragillimum.*

Die meisten eurybathen Arten treten in großer Individuenzahl auf; sie stehen dadurch im Gegensatz zu den nur zufällig in die Tiefe sich verirrten Elementen der litoralen Fauna. Die eurybathen Formen sind in litoraler Tiefe, des fehlenden Schlammes wegen, etwas seltener; der Häufigkeitsunterschied an der untern

Grenze des Litorals tritt aber nicht sprungweise, wie bei den litoralen Arten, sondern allmählich ein.

Obwohl mir von *Corycia penardi*, *Difflugia varians* und *Lequereusia modesta* nur vereinzelte Funde vorliegen, habe ich sie trotzdem in die eurybathe Gruppe eingereiht; es sind sonst in Kleingewässern häufig gefundene Arten. Auch die zwar öfters, aber nur profund erbeuteten Arten *Difflugia fallax*, *D. elegans* var. *teres*, *D. avellana*, *D. hydrostatica* var. *lithophila* gehören keineswegs einer profunden Faunengruppe an; sie dürften, wie alle eurybathen Arten, im Ufer nur seltener sein. Sie sind als nur spärlich den See bewohnende Arten mir im Litoral entgangen.

Von den 20 gefundenen Nematodenarten bewohnt nur *Ironus ignavus* die Tiefenzone; doch ist seine Häufigkeit von See zu See sehr verschieden. Besonders ausgiebig enthielten ihn der Lüner-, Silvaplaner- und Silsersee.

Die Parasiten *Mermis* und *Paramermis* gehören nur deshalb der eurybathen Fauna an, weil ihre Wirte eurybath sind. Zu den Charaktertieren dieser Gruppe zählen sie keineswegs.

Von den Oligochaeten tritt *Tubifex tubifex* immer eurybath auf; sie wird aber im Lüner- und Lucendrosee an Quantität weit übertroffen von *Stylodrilus heringianus*.

Fredericella sultana ist in verschiedenen Tiefen sehr häufig, aber ungleichmäßig verteilt.

Von den 10 Ostracodenarten gehen nur *Cytheridea lacustris* und *Candona neglecta* in die Tiefe.

Die Zuteilung der Dipterenlarven zu dieser Gruppe ist einstweilen sehr unsicher. Sie zeigt vorläufig nur, wie artenreich diese Gruppe auch in die Tiefe absinkt.

Pisidium ovatum-fragillimum gehört zwar zu dieser Gruppe, aber ihre profunden Bestände haben sich unter den vom Litoral verschiedenen ökologischen Bedingungen morphologisch umgestaltet.

Abgesehen von der großen Zahl der Rhizopoden, Chironomiden und parasitierenden Mermithiden besteht die eurybathe Fauna aus einer sehr kleinen Artenzahl.

Nach ihrer bathymetrischen Verteilungsweise können wir die eurybathen Arten in zwei Gruppen teilen, in eine gewissermaßen „echt eurybathe Fauna“ und eine „eurybathe Fauna mit Häufigkeitsmaximum im Litoral“. Letztere Gruppe hält in ihrer Ver-

breitungsweise etwa die Mitte zwischen der echt eurybathen und der litoralen Fauna inne. Sie unterscheidet sich von den echt eurybathen Formen durch das Häufigkeitsmaximum im Litoral, und von der litoralen dadurch, daß ihre Individuenzahlen an der untern Grenze des Litorals nicht sprunghaft abnimmt, wie bei den litoralen Arten, sondern nur allmählich. Eine Zusammenstellung der Arten ergibt folgendes Bild:

Echt eurybathe Fauna:	Eurybathe Fauna mit litoralem Häufigkeitsmaximum:
1. Difflugia piriformis	1. Fredericella sultana
2. „ „ var. lacustris	2. Candona neglecta
3. „ elegans	3. Cytheridea lacustris
4. „ „ var. teres	4. Pisidium ovatum-fragillimum.
5. „ globulosa forma genuina	
6. „ globulosa forma globularis	
7. „ lemani	
8. Pontigulasia spectabilis	
9. Heleopera petricola	
10. „ „ var. amethystea	
11. Phryganella nidulus	
12. Ironus ignavus	
13. Tubifex tubifex	
14. Stylodrilus heringianus	
15. Haplotaxis gordiodes.	

Zu der ersten Gruppe gehören die im Schlamme lebenden, eigentlich wühlenden Arten; zur zweiten die mehr an der Oberfläche des Bodenschlamms sich aufhaltenden Formen. Außer den obgenannten Arten zählen zur zweiten Gruppe auch die Großzahl der Chironomidenlarven; ihr Frequenzmaximum liegt ebenfalls in litoraler Tiefe.

4. Die Höhlentiere, als Bestandteile der Bodenfauna hochalpiner Seen.

Hieher sind zu zählen:

1. *Dendrocoelum infernale.*
2. *Planaria bathycola.*
3. *Niphargus puteanus.*

Wenn ich innerhalb der lakustrischen Fauna eine Gruppe als Höhlentiere unterscheide, so geschieht dies nicht aus dem Grunde, weil die Arten dieser Gruppe ebenfalls in Höhlen vorkommen oder weil sie in der Seetiefe die allbekannten Merkmale der Dunkelfauna aufweisen — rudimentäre Augen oder völliger Schwund derselben und Pigmentlosigkeit der Körperhaut —, sondern weil ich die in der Tiefe gedredgten Bestände tatsächlich für aus subterranen Wohnbezirken in den See eingewandert halte.

Eine nähere Begründung dieser Auffassung soll weiter unten in anderem Zusammenhang folgen.

5. Zufällige Bewohner des Seegrunds.

Solche sind:

1. *Planaria alpina* (ausgenommen im Lucendrosee).
2. *Limnophilus despectus.*
3. „ *extricatus.*
4. *Anabolia nervosa.*
5. *Micropterma nycterobia.*
6. *Metanoea flavipennis.*
7. *Potamorites biguttatus.*
8. *Parachiona picicornis.*
9. *Pedicia rivosa.*

Auf meinen Exkursionen habe ich oft auch die in die Seen einfließenden Bäche auf ihre Fauna geprüft und in den meisten von ihnen eine reiche Besetzung mit *Planaria alpina* konstatiert. Geradezu auffallend ist dagegen die Seltenheit dieses Strudelwurms in den Seen selbst, und überall, wo ich ihn fand, läßt sich seine Anwesenheit unschwer auf Einschwemmung zurückführen. Die in den Seen gefundenen Tiere waren aber alle kümmerhaft gewachsen; nur im Lucendrosee war die Art häufig und zeigte normale Größe und Farbe.

Die übrigen oben aufgezählten Arten, die Trichopteren und *P. rivosa* sind weitverbreitete Bachbewohner und fanden sich auch stets nur vor Bacheinmündungen ein. Eine neuerdings in 40 m Tiefe vor Meggen (Vierwaldstättersee) gefundene Trichopterenlarve bestimmte Dr. Felber nach persönlicher Mitteilung als *Leptocercus anulicornis;* sie ist nach seiner Ansicht eingeschwemmt worden.

VI. Vergleich meiner Resultate mit den bisherigen über die profunde Fauna hochalpiner Seen festgestellten Befunden.

1. Einleitende Bemerkungen. Zschokke (60) hat in seiner „Tiefenfauna" nach den Angaben Aspers (2) und Imhofs (29) und nach eigenen Untersuchungen eine Liste der in hochalpinen Seen profund (unterhalb 20 m Tiefe) gefundenen Arten zusammengestellt.

Bei meiner obigen Einteilung der Bodenfauna in bathymetrische Gruppen habe ich diese Liste noch unberücksichtigt gelassen. Zschokke stellte nämlich unter den Begriff „Tiefenfauna" nicht nur diejenigen Arten, die ausschließlich die Tiefe bewohnen, sondern rechnete dazu auch Elemente, die hinabgewanderte Litoralbewohner sein konnten. Wie aus meiner Zusammenstellung hervorgeht, fehlt aber in den Hochalpenseen eine rein profunde Fauna vollkommen und es ist daher notwendig zu untersuchen, welcher der oben unterschiedenen bathymetrischen Gruppe die einzelnen Arten der Liste Zschokkes zuzuweisen sind. Die nachfolgend wiedergegebene Liste mag zugleich als Ergänzung meiner eigenen Funde dienen.

2. Von 58 in der Liste Zschokkes enthaltenen Arten habe ich nicht wieder gefunden (s. Tab. S. 77).

Die Großzahl dieser Arten sind kleine und daher leicht übersehbare oder nur sporadisch ausgestreute Arten, die mir entgangen sind, weshalb ich über ihre Einteilung nichts aussagen kann. Der Nachweis von *Spongilla* spec. durch Asper (2) im St. Moritzersee bedarf noch der Bestätigung. *Mononchus truncatus* ist identisch mit *M. macrostoma*. Rotatorien und Infusorien habe ich aus technischen Gründen unberücksichtigt gelassen, muß aber hinzufügen, daß mir solche meist nur aus litoraler Tiefe zu Gesicht gekommen sind. Rhabdocoelen habe ich zwar erbeutet, dieselben aber am konservierten Material nicht bestimmen können. Bei *Tubifex velutinus* scheint es sich, wie im systematischen Teil schon bemerkt, um eine Verwechslung mit *Tubifex ferox* zu handeln. *Cyclops strenuus* ging oft ins Netz, dabei handelte es sich aber stets um die pelagisch lebende Form *C. scutifer*. Die erwähnten Pisidien dürften entweder selten sein,

Art:	Lünersee	Davosersee	St. Moritzersee	Silvaplanersee	Silsersee	Lucendrosee	Öschinensee	Cavlocciosee	Campfèrsee
1. Amoeba radiosa Ehrbg.	·	·	·	·	·	·	·	▪	·
2. Difflugia piriformis var. bryophila Pen.	·	·	·	·	·	·	·	▫	·
3. „ acuminata Ehrbg.	▪	·	·	·	·	·	·	·	·
4. „ „ var. inflata Pen.	·	·	·	·	·	·	·	▪	·
5. Euglypha alveolata Duj.	·	·	·	·	·	·	·	▪	·
6. Trinema enchelys (Ehrbg.)	·	·	▪	·	·	·	·	·	·
7. Cyphoderia ampulla (Ehrbg.)	·	·	▪	·	·	·	·	·	·
8. Actinosphaerium eichhorni Ehrbg.	·	·	·	▪	▪	·	·	▪	▪
9. Acantocystis turfacea Carter	·	·	·	·	▪	·	·	·	·
10. Monas guttula Ehrbg.	·	·	·	·	▪	·	·	·	·
11. Opercularia nutans Ehrbg.	·	·	▪	·	·	·	·	·	▪
12. Astasia spec.	·	·	▪	·	·	·	·	·	·
13. Lagenophris ampulla	·	·	·	·	·	·	·	▪	·
14. Spongilla spec.	·	·	▫	·	·	·	·	·	·
15. Monhystera stagnalis Bast.	▪	·	·	·	·	·	·	·	·
16. Mononchus truncatus Bast.	▪	·	·	·	·	·	·	·	·
17. Notommata tigris Ehrbg.	·	·	▪	▪	·	·	·	·	·
18. Philodina aculeata Ehrbg.	·	·	·	·	▪	·	·	·	·
19. Euchlanis dilatata Ehrbg.	▪	·	·	·	·	·	·	·	·
20. „ triquetra Ehrbg.	▪	·	·	·	·	·	·	·	·
21. Eosphaera digitata Ehrbg.	▪	·	·	·	·	·	·	·	·
22. Chaetonotus maximus Ehrbg.	·	·	▪	▪	·	·	·	·	·
23. Rhynchomesostomum rostratum Müll.	·	·	▪	·	▪	·	·	▪	·
24. Otomesostomum auditiv. (Duplessis)	▪	·	·	·	·	·	·	·	·
25. Typhloplana viridata Abbild.	▪	·	·	·	·	·	·	·	·
26. Tubifex velutinus (Grube)	▫	·	·	·	·	·	·	▫	·
27. Cyclops strenuus Fischer	·	·	·	·	·	·	·	·	·
28. Alona quadrangularis (O. F. Müll.)	·	·	·	·	·	·	·	·	·
29. Rhynchotalona rostrata	▪	·	·	·	▪	·	·	·	·
30. Pisidium urinator Cless.	·	·	·	·	·	·	·	·	·
31. „ foreli Cless.	▪	·	·	·	·	·	·	▪	·
32. „ spec.	·	·	·	·	·	·	·	·	·

oder es sind infolge der unsichern Systematik Verwechslungen mit andern Formen nicht ausgeschlossen.

3. Aus den bei der Besprechung der litoralen Gruppe angeführten Gründen rechne ich die folgenden auch von mir wiedergefundenen Arten der Liste Zschokkes zur litoralen Fauna. Sofern diese Arten noch von andern Fundorten, als ich sie in Tab. 3—9 bereits aufgeführt habe, gemeldet sind, ist der betreffende See dahinter gesetzt.

1. *Vorticella* spec. St. Moritzersee, Cavlocciosee.
2. *Epistylis* spec. „
3. *Hydra vulgaris* „ Campfèrsee.
4. *Trilobus gracilis.*
5. *Dorylaimus stagnalis.*
6. *Lumbriculus variegatus* „
7. *Haplotaxis gordioides* „
8. *Cyclops viridis.*
9. *Macrothrix hirsuticornis* Silvaplanersee.
10. *Eurycercus lamellatus* Campfèrsee.
11. *Simocephalus vetulus* „
12. *Alona affinis.*
13. *Chydorus sphaericus.*
14. *Candona candida.*
15. *Cypria ophtalmica.*
16. *Cyclocypris laevis.*
17. *Macrobiotus macronyx.*
18. *Lebertia (Neolebertia) rufipes* Lünersee.
19. *Pisidium nitidum.*

4. Folgende Arten habe ich ebenfalls wieder gefunden, sie aber der eurybathen Fauna zugeteilt. Diese veränderte Zuteilung beruht, wie schon bemerkt, nur darauf, daß Zschokke der „profunden Fauna" Arten einreihte, welche auch litoral vorkommen, also entweder litoral oder eurybath sein können. Hieher zählen:

1. *Difflugia piriformis* Cavloccio, St. Moritzersee, Campfèrsee.
2. „ *globulosa* „ „ „
3. *Centropyxis aculeata* „
4. *Tubifex tubifex*
5. *Fredericella sultana* „ „
6. *Pisidium fragillimum.*

5. Zur Höhlenfauna gehört die in Zschokkes Liste enthaltene:

1. *Planaria alpina* var. *bathycola (= P. bathycola).*

Zschokke zählt auf Grund von durch Burckhardt gesammeltem Material *P. alpina* zur Tiefenfauna des Silsersees (50—70 m). Nach ihm „tritt sie profund in einer durch geringe Körpergröße und relativ starke Ausbildung der Genitalien ausgezeichneten

Kümmerform" auf. Daß es sich um die auch von mir wiedergefundene *P. bathycola* handelt, unterliegt wohl keinem Zweifel. Im systematischen Teil habe ich zu zeigen versucht, daß diese „Kümmerform", *P. bathycola*, heute keinerlei Beziehungen mehr hat zu der in den Bächen häufigen *P. alpina*.

VII. Vergleich der bathymetrischen Verteilung der Bodenfauna in den Hochalpenseen mit derjenigen in subalpinen Seen.

A. Vergleich der einzelnen Tiefengruppen.

Von der im Hochalpensee litoralen Fauna werde ich nur diejenigen Formen berücksichtigen, welche in subalpinen Seen entweder eurybath oder profund sind; denn ein Vergleich der sowohl in hoch-, als auch in subalpinen Seen litoralen Arten würde einen rein geographischen Vergleich bedeuten, was in diesem Kapitel nicht bezweckt ist. Ferner ziehe ich zu den folgenden Vergleichen nur die dem Hochalpensee und den Randseen gemeinsamen Arten heran, während auf wichtige Unterschiede in der qualitativen Zusammensetzung beider Faunen im geographischen Teil eingegangen werden soll.

1. Arten, welche hochalpin litoral, subalpin eurybath sind.

1. *Vorticella campanula.*
2. *Epistylis digitalis.*
3. *Pyxidium cothurnoides.*
4. *Tokophrya cyclopum.*
5. *Hydra vulgaris.*
6. *Trilobus gracilis.*
7. „ *pellucidus.*
8. *Dorylaimus stagnalis.*
9. *Stylaria lacustris.*
10. *Tubifex ferox.*
11. *Alona affinis.*
12. *Cyclops fimbriatus.*
13. „ *viridis.*
14. *Cypria ophtalmica.*

15. *Candona candida.*
16. *Gammarus pulex.*
17. Larven der *Orthocladius*-Gruppe.

Welches die Ursache ist für das „Litoralwerden" subalpin eurybather Arten, dürfte einstweilen schwer zu sagen sein. Vielleicht ist der Unterschied nur scheinbar, da *T. gracilis, T. pellucidus, D. stagnalis, S. lacustris* und *T. ferox* im Hochalpensee sehr selten sind und ihre Zuteilung zur litoralen Gruppe etwas unsicher ist. *St. lacustris* hat nach Ekman (20) auch im Vättern ihr Häufigkeitsmaximum sublitoral. Deutlich hingegen ist die nur litorale Verbreitung im Hochalpensee bei *H. vulgaris, A. affinis, C. fimbriatus, C. ophtalmica* und *G. pulex.* Bei *A. affinis* vermute ich, daß sie auch Ekman im Vättern litoral häufiger gefunden hätte, wenn er pflanzenbewachsene Buchten darnach abgesucht hätte. Dasselbe dürfte der Fall sein bei *H. vulgaris, C. fimbriatus* und *C. ophtalmica,* denn keine dieser Formen ist in der Tiefe des Vättern sehr häufig.

2. Arten, welche hochalpin litoral, subalpin profund sind.

Hieher sind zu zählen:

1. *Macrothrix hirsuticornis.*
2. *Canthocamptus zschokkei.*
3. „ *schmeili.*
4. „ *echinatus* (var. *luenensis*).
5. *Lebertia rufipes.*

Das hochalpin und subalpin verschiedene bathymetrische Verhalten dieser Arten dürfte wohl seine richtigste Erklärung in der Annahme finden, daß sie eine tiefe Temperatur ihres Wohnorts beanspruchen.

Allerdings sprechen bei *M. hirsuticornis* verschiedene Funde in warmen Gewässern einstweilen noch gegen diese Auffassung. Ekman (20) rechnet die Art zu den borco-subglazialen Charaktertieren und findet sie im Vättern unter typischen Elementen der Tiefe. Vor allem scheint mir vor einer definitiven Entscheidung die systematische Stellung der Art noch einer eingehenden Untersuchung zu bedürfen. Auch die Harpacticiden finden im Litoral der Hochalpenseen ihnen zusagende Temperaturen; in den subalpinen Seen sind sie gezwungen, die tiefern Schichten

aufzusuchen. Der Abstieg erscheint umso unfreiwilliger, als, nach VAN DOUWES (19) Feststellungen, die Großzahl der Harpacticiden den Pflanzenrasen den Vorzug gibt vor dem vegetationslosen Untergrund, was auch aus meinen Untersuchungen hervorgeht.

Lebertia rufipes bezeichnet EKMAN in den Alpenrandseen als eurybath. Demgegenüber muß gesagt werden, daß die Art in den subalpinen Seen noch nie literal gefunden wurde, sondern nur in seichten Gewässern (Quellen) mit tiefen Temperaturen. Bei ihr tritt der Zusammenhang des Vorkommens mit dem Auftreten des einzig gemeinsamen Faktors aller ihrer Wohnorte, der stets tiefen Temperatur am deutlichsten zutage.

Arten, welche hochalpin eurybath, subalpin aber litoral lebten, habe ich keine gefunden; höchstens könnte hier erwähnt werden, daß *Fredericella sultana* im Vättern nur sublitoral ist; doch ist sie in den Randseen eurybath und zeigt überhaupt von See zu See so verschiedenartige Verbreitung, daß dieser Differenz keine weitere Bedeutung beigemessen werden kann.

3. Arten, welche sowohl hoch- als auch subalpin eurybath sind.

1. *Corycia penardi.*
2. *Difflugia piriformis.*
3. „ *elegans.*
4. „ *varians.*
5 „ *fallax.*
6. „ *lanceolata.*
7. „ *globulosa.*
8. „ *aveliana.*
9. „ *constricta.*
10. *Centropyxis aculeata.*
11. *Pontigulasia spectabilis.*
12. *Lequereusia modesta.*
13. *Heleopera petricola.*
14. *Phyrganella nidulus.*
15. *Ironus ignavus.*
16. Mehrere Mermithiden.
17. *Tubifex tubifex.*
18. *Stylodrilus heringianus.*

19. *Haplotaxis gordioides.*
20. *Fredericella sultana.*
21. *Candona neglecta.*
22. Mehrere Tendipediden.

Die meisten dieser Arten sind Schlammbewohner. Da die Tendipediden nicht bis zur Art bestimmt werden konnten, wäre ein Vergleich der einzelnen Gruppen nur von geringem Wert. *Haplotaxis gordioides* gehört sowohl subalpin als auch hochalpin zu den sporadisch auftretenden Eurybathen und nimmt dadurch eine Sonderstellung unter ihnen ein, denn die andern eurybathen Arten treten stets in großer Zahl auf.

Einige in den subalpinen Seen eurybathe Arten habe ich in den von mir untersuchten Seen nicht nachweisen können; es scheint, daß in der Zusammensetzung der Fauna sub- und hochalpiner Seen Unterschiede bestehen, welche auch durch weitere Nachforschungen kaum gehoben werden dürften.

Quantitativ bilden hoch- wie subalpin die eurybathen Oligochaeten, Dipterenlarven und Pisidien den Hauptbestandteil der Bodenfauna; immerhin ist die Ausbeute der Oligochaeten von See zu See sehr verschieden.

4. Arten, welche hochalpin eurybath, subalpin profund leben.

1. *Difflugia piriformis* var. *lacustris.*
2. „ *elegans* var. *teres.*
3. „ *lemani.*
4. „ *lebes.*
(5. „ *hydrostatica* var. *lithophila*).
(6. *Pontigulasia bigibbosa*).
7. *Heleopera petricola* var. *amethystea.*
8. *Cytheridea lacustris.*

Die in Klammer gesetzten Arten habe ich zwar nicht litoral gefunden; es ist aber kaum wahrscheinlich, daß sie auf die Tiefe beschränkt sind, da *D. hydrostatica* var. *lithophila* sogar subalpin, allerdings selten, im Ufer gefunden wurde und *P. bigibbosa* in kalten Quellen der Vogesen vorkommt. *Cytheridea lacustris* hat im Lünersee ihr Individuenmaximum in etwa 30 m Tiefe, im Silvaplaner- und Silsersee in 10—15 m und erreicht in allen drei Seen den obersten Ufersaum. *C. lacustris* kann also kaum als ein

an den Bodenschlamm gebundenes Tier gelten, wie von Hofsten (28) annahm. Ekman (20) schreibt dem Ostracoden eine Vorliebe für sandigen Boden zu; dies dürfte insofern aus seinen Untersuchungen hervorgegangen sein, als *C. lacustris* ihren Wohnort so nah als möglich uferwärts zu verlegen sucht. Für ihr Fehlen oberhalb der 10 m-Linie macht Ekman die starke Brandung verantwortlich. Ich habe die Art an sonst keineswegs günstigen Stellen gefunden und es scheint mir daher, daß es vor allem die tiefe Temperatur ist, welche ihr im Hochalpensee erlaubt, bis zum Ufersaum vorzudringen.

Da dem Hochalpensee eine rein profunde Fauna fehlt, so fällt natürlich auch ein Vergleich mit der entsprechenden Tiergesellschaft subalpiner Seen dahin.

B. Ueberblick über die zur Erforschung der Bodenfauna eingeschlagenen Wege, die bisherigen bathymetrischen Einteilungsweisen der Gesamtbodenfauna eines Seebeckens und die Auffassungen der „Tiefenfauna".

Forel war es bei seinen Untersuchungen im Genfersee vorerst überhaupt nur darum zu tun, die Existenz einer in der Tiefe unserer Seen lebenden Fauna nachzuweisen. Er glaubte in der Seetiefe ein Schöpfungszentrum einer durch die spezifischen Bedingungen dieses Wohnorts (Hoher Druck, Dunkelheit und vollständige Ruhe) herausgebildeten Fauna zu finden. Darum wurden die Untersuchungen vor allem in einer Tiefe begonnen, welche diese Bedingungen mehr oder weniger darboten.

Scheinbar ergaben aber die Untersuchungen nur Arten, die auch im Flachwasser weit verbreitet waren. Eine Trennung in verschiedene Tiefengruppen unternahm Forel deshalb nicht. Er sah in der Fauna des tiefen Seegrundes nur herabgewanderte Litoralbewohner; die Seetiefe vermochte aus ihnen höchstens Varietäten herauszubilden.

Zschokke beschränkte seine Untersuchungen im Vierwaldstättersee und Fehlmann diejenigen im Luganersee in der Hauptsache ebenfalls auf Tiefen, die für eine Fauna annähernd konstante Bedingungen bieten, vor allem konstant tiefe Temperatur. Die beiden Forscher erkannten eine in subalpinen Seen auf die kalten Tiefenschichten beschränkte, echt profunde Fauna und eine vom Ufer bis zur Tiefe sich verbreitende ubiquistische Gruppe. Durch

die Zusammenfassung aller in der Tiefe gefundenen Arten in dieselbe bathymetrische Gruppe, der Tiefenfauna, werden z. T. ungleichartige Elemente einander gleichgestellt.

Die echt profunde Fauna deutet Zschokke als Überreste der (stenothermen) glazialen Mischfauna. Die kalte Seetiefe bildet somit für diese Fauna ein Refugium.

Von Hofsten machte sowohl im Litoral als auch in der Tiefe des Thuner- und Brienzersees Fänge. Er möchte den maßgebenden Faktor zur Trennung der Tiefenfauna in „eurytherme ubiquistische Kosmopoliten" und in „der Ufer- und Teichfauna fehlende Tiefen- und Bodenarten" nicht in der Temperatur sehen. Von Hofsten bindet die letztere Gruppe an „bestimmte äußere Bedingungen, die der Grund, besonders der Grundschlamm größerer Gewässer darbietet".

Von Hofsten teilt sowohl die „Ufer- und Teicharten", als auch die „ausschließlich die Tiefe oder den Grund bewohnenden" Gruppen in mehrere Unterabteilungen ein. Dieser Versuch einer Einteilung dürfte aber mehrfach Korrekturen erfahren durch die Untersuchungen Ekmans und durch die meinigen. Seine etwas unnatürliche Einteilung hat ihren Grund in einem zu kleinen Material; vor allem führt auch die angewandte Terminologie leicht zu falschen Auffassungen. So sind z. B. die unter „spezielle Tiefenformen" genannten Formen morphologisch so wenig abweichend von den litoralen Stammformen, daß ihnen sogar viele Forscher selbst den Wert von Varietäten absprechen, was Zschokke z. B. erwähnt für *Fredericella duplessii* und *Asellus foreli;* auch die vielen Arten der aufgeführten P i s i d i e n dürften nur die Stufen einer Reihe darstellen, welche sich unter den mit der Tiefe allmählich ungünstiger werdenden Bedingungen gebildet hat.

Eine Untersuchung zwischen „etwas häufigen" und nur „zufälligen" Tiefenbewohnern dürfte kaum durchführbar sein, vor allem ohne eine quantitive Methode; die Häufigkeit dieser Litoralarten in der Tiefe hängt nur von der quantitiven Entwicklung der betreffenden Arten im Ufer ab und diese ist selbst innerhalb eines Sees von Ort zu Ort sehr verschieden.

Von Hofstens „charakteristische Tiefenformen" sind identisch mit Ekmans eurybathen Arten.

Xystonotus bidentatus Walter unter der Rubrik „ausschließlich die Tiefe bewohnend" ist, nach persönlichen Mitteilungen

Herrn Dr. Walters, synonym mit der im New River (England) gefundenen *Mideopsis crassipes* Soar. Die Art bewohnt somit auch fließende und wenig tiefe Gewässer.

Ekman berücksichtigte im Vättern sowohl die litorale als auch die profunde Fauna und gelangt, durch die angewandte quantitative Methode zu einer sichern Unterscheidung befähigt, zur Einteilung der Bodenfauna in eine litoral-sublitorale, eine eurybathe und eine sublitoral-profunde Gruppe; die Ursache der nur profunden Verbreitung der letztgenannten Gruppe sieht Ekman, gleich wie Zschokke, in einer Vorliebe der betreffenden Arten für tiefe Temperaturen.

Meine Untersuchungen in den Hochalpenseen führten mich zu einer ähnlichen Einteilung der Bodenfauna, wie sie Ekman im Vättern erkannte. Meine litorale Gruppe entspricht in ihrer bathymetrischen Ausdehnung (nicht aber in der artlichen Zusammensetzung!) der litoral-sublitoralen Fauna des Vättern; ebenso die eurybathe Fauna. Wenn ich trotzdem nicht Ekmans Terminologie übernommen habe, so geschah es aus dem Grunde, weil für die Bodenfauna der alpinen Randseen, mit welcher ich meine Resultate zu vergleichen hatte, noch nicht nachgewiesen ist, daß sie eine analoge Verbreitung besitzt wie im Vättern. Die Vermutung Ekmans, daß auch in den Randseen die Litoralfauna sublitoral vorkommt und daß die profunde Fauna bis ins Sublitoral hinaufdringe, bedarf noch der Bestätigung durch die Untersuchung.

C. Zur Stenothermie einzelner Arten.

Gegen die Ansicht, daß eine gewisse Gruppe der Tiefenfauna subalpiner Seen ihr Tiefenleben lediglich ihrer Stenothermie verdanke, hat sich von Hofsten (28) auf Grund seiner Untersuchungen im Brienzer- und Thunersee ausgesprochen; doch erwähnt der genannte Autor selbst, daß seine theoretischen Ausführungen in keinem Verhältnis zu seinen eigenen Untersuchungen stehen.

Von Hofsten sieht, nach seinen Ausführungen zu schließen, in einem stenothermen Tier einen fast physikalisch genau reagierenden Organismus und stellt daher vereinzelte Funde in relativ warmen Gewässern denjenigen reicher Bestände in kaltem Wasser gleich. Es dürfte aber richtiger sein, nicht von der Stenothermie eines Individuums, sondern von derjenigen der Art zu sprechen,

da ein einzelnes Tier noch lange in wärmern Gewässern leben kann, während sich die Art darin nie fortpflanzen würde, sich also auf die Dauer nicht halten könnte. Eine bessere Berücksichtigung der Fundortshäufigkeit in kalten und warmen Gewässern, als auch der Abundanz darin, scheint mir zur Entscheidung auch dieser Frage notwendig zu sein.

Der Ansicht von Hofstens, „daß die Tiere (die echt profunde Fauna) nur den pflanzenreichen Ufersaum, nicht aber die Litoralregion meiden", daß „sie fehlen im Hochgebirge oder dort unter denselben Bedingungen leben wie in den Seen der Ebene" und daß sie besonders an den Grundschlamm gebunden seien, stehen meine Ergebnisse vielfach entgegen.

Während dem flachen Ufer der subalpinen Seen, nach den Untersuchungen Penards, die profunden Rhizopoden fehlen, habe ich eine Anzahl ihrer typischen Vertreter bis in den Ufersaum nachweisen können, trotzdem das steinige und steile Ufer der hochalpinen Seen für sie weniger günstig ist. Daß diese Rhizopoden nicht auf das Litoral beschränkt sind, ist bei diesen schlammbewohnenden Tieren selbstverständlich. Es handelt sich um folgende Arten: *Difflugia piriformis* var. *lacustris, D. elegans* var. *teres, D. lemani, D. lebes* und *Heleopera petricola* var. *amethystea.*

Die von Ekman (20) im Vättern als ein Charaktertier der sublitoral-profunden Fauna gefundene *Macrothrix hirsuticornis* ist hochalpin litoral (auf seine zwar noch unsichere systematische Stellung habe ich weiter oben hingewiesen). Der von von Hofsten als „typisch stenotherm" gehaltene *Cyclops vernalis* bewohnt das Ufer des Lüner- und Silsersees. In ersterem geht er, allerdings nicht zahlreich (weshalb ich ihn nicht zur eurybathen Fauna rechne) auch in die Tiefe. Die in der Tiefe der subalpinen Seen gefundenen und neuerdings auch in der Tiefe des Lunzer Untersees nachgewiesenen Harpacticiden *Canthocamptus zschokkei, C. schmeili* und *C. echinatus* halten sich hochalpin nur litoral auf. Sie bewohnen im ersten Fall den Bodenschlamm und im zweiten vorzugsweise die litoralen Pflanzenbestände, leben also unter verschiedenen ökologischen Verhältnissen.

In der Besprechung der Stenothermie von *Cytheridea lacustris* sagt von Hofsten (28) (1911, pg. 83): „Die (obigen) Einwände gegen die Stenothermie würden wenig oder nichts besagen, wenn

die (drei) Cytheriden in den Hochalpen die kalten Ufergewässer regelmäßig bewohnten. Dies ist aber nicht der Fall, im Gegenteil, es ist nur ein einziger alpiner Fundort für eine Cytheride *(C. lacustris)* bekannt". Diese von von Hofsten als wichtigster Einwand gegen die Stenothermie von *C. lacustris* betrachtete Tatsache ist durch meine Untersuchungen widerlegt. Als eine zwar eurybathe, nach Ekman den sandigen Boden bevorzugende Art, sinkt *C. lacustris* bis zu beträchtlichen Tiefen ab; ihr deutlich ausgesprochenes Individuenmaximum liegt aber im Silvaplaner- und Silsersee in 10—15 m Tiefe (im Brienzer- und Thunersee nach von Hofsten zwischen 30 und 60 m) und selbst im Ufersaum stellte ich sie mehrmals fest, so im Lünersee 7 mal von 19 Fängen oberhalb 10 m, im Silvaplanersee in 3 von 6 Fängen und im Silsersee in 2 von 8 Fängen. Daß sie bei den von Ort zu Ort sehr wechselnden Verhältnissen den Ufersaum nicht ununterbrochen bewohnt, kann nicht gegen ihr litorales Gedeihen sprechen; eine solche sporadische Verteilung kann sogar bei manchen echt litoralen Formen ebenfalls beobachtet werden. Im weitern fanden sich fast alle jungen Tiere in litoraler Tiefe (7—15 m), was jedenfalls für ihnen zusagende Bedingungen in dieser Tiefe spricht. *C. lacustris* beschränkt sich keineswegs auf sandigen Boden; gerade im Silvaplanersee habe ich sie im pflanzenreichen, 1 m tiefen Abfluß sehr häufig gefunden. Ihr Maximum in 10—15 m Tiefe ist nicht anders zu deuten als das anderer eurybather Arten, welche in bezug auf die Bodenbeschaffenheit oder Nahrungsverhältnisse in dieser Tiefe die besten Bedingungen finden. Sie fehlt, wie die meisten eurybathen Arten dem im Bereich der reißenden Bäche liegenden Gebiet (Silvaplanersee, Fang 4 und 5 und Silsersee, Fang 7); sie fehlt aber auch in den flachen, unter der starken Insolation des Sonnenlichts im Gebirge sich tagsüber erwärmenden Buchten (Silsersee, Fang 1, 3, 4, 5 und 8). In den Fängen 2 und 6 des Silsersees erreicht *C. lacustris* hingegen vor kleinen Schmelzwasserrinnen den Ufersaum. Meine Resultate über die Verteilung dieser Art im Lünersee hat Zschokke (59) bereits publiziert.

Zu berücksichtigen ist ferner, daß *C. lacustris* in ihrem Vorkommen auf die großen Gewässer, die Seen beschränkt ist, von deren Thermik von Hofsten selbst sagt, daß „das Wasser der Litoralregion großer Seen nie so stark wie dasjenige kleiner Wasser-

ansammlungen erhitzt wird und die Temperaturschwankungen sind auch verhältnismäßig geringer".

Ist *C. lacustris* aber wenig empfindlich gegen die Bodenbeschaffenheit, wie aus meinen Fängen hervorgeht, und hält sie sich trotzdem nur an die Seen mit ihrer ausgeglichenen Thermik, so ist es kaum möglich, ihr eine Stenothermie abzusprechen. Die wichtigsten Einwände von Hofstens „das Fehlen in der alpinen Uferfauna" und „die große Seltenheit in alpinen Gegenden überhaupt" sind nicht mehr gültig. Wie häufig sie in besser durchwärmten Flachgewässern ist, ist einstweilen nicht klar; nach den bisherigen Angaben erscheint aber sowohl die Zahl solcher Fundorte als auch die Zahl der darin gefundenen Individuen der Häufigkeit in kalten Seen weit zurückzustehen.

Auch von *Candona neglecta* vermutet Alm (1), daß sie „eine in gewissem Sinne stenotherme Kaltwasserform" sei; er fand die Art nur in einer Quelle, deren „thermische Verhältnisse eher dem Seeboden vergleichbar sind". Damit stimmt die reiche Entwicklung der Art in dem sehr kalten Lucendrosee überein, die Tiefenverbreitung im Vierwaldstättersee und im Vättern; ebenso die Feststellung Bornhausers (7), daß die Art der häufigste Quellenbewohner ist. Vermutlich liegt auch der lokal verbreitete, dichte Bestand dieser Art im Öschinensee vor einer unterseeischen Quelle. Ekman (20) hingegen verneint die Vorliebe der Art für kaltes Wasser auf Grund der Verbreitung in Ungarn und Algerien und eigener Kenntnis wärmerer Wohnorte in Schweden. Verwechslungen mit *C. candida*, wie auch Alm annimmt, dürfte die geographische Verbreitung von *C. neglecta* einstweilen nicht deutlich erkennen lassen, und erst genaue Feststellung der Biologie an verschiedenen Örtlichkeiten können über das wahre thermische Verhalten des Krebses Aufschluß geben.

Am besten begründet findet von Hofsten die Annahme der Stenothermie bei *Lebertia rufipes*. Daß es einzig die hohe Temperatur ist, welche die Milbe subalpin in die Tiefe verbannt, dürfte kaum besser unterstützt werden, als durch die Feststellung, daß die Milbe hochalpin rein litoral vorkommt. Hier lebt sie dank der tiefen Temperatur der Uferregion unter ihren ursprünglichen ökologischen Bedingungen, denn das Meiden der Tiefe spricht dafür, daß sie litorale Bedingungen vor denjenigen der Tiefe vorzieht. Die niedrige Temperatur scheint dabei das einzig

Ausschlaggebende zu sein; wenigstens konnte ich keinerlei Abhängigkeit von irgend einer litoralen Bodenbildung feststellen. Quantitativ am häufigsten bewohnt *L. rufipes* den kalten Lucendrosee.

Sollte, wie von Hofsten annimmt, das Tiefenleben gewisser Arten nur eine Folge der Anpassung an den Schlammgrund sein, so bliebe noch unbeantwortet, warum dieselben Arten nicht auch flache Tümpel mit ähnlichem Untergrunde bewohnen.

Es ist wahrscheinlich, daß *Niphargus puteanus* vom oberirdischen eurythermen *Gammarus pulex* abstammt und daher für ihn nicht ohne weiteres eine Stenothermie angenommen werden kann. Doch ist immerhin noch denkbar, daß er durch den Aufenthalt in der Höhle stenotherm wurde. Fraglich bleibt dann immer noch, warum der Amphipode subterrane Wohnorte bezog.

VIII. Qualitative Unterschiede der Bodenfauna der untersuchten Hochalpenseen gegenüber derjenigen subalpiner Seen.

Zschokkes (60) Vermutung, daß auch künftige Studien die Differenz zwischen den Listen der Bodenfauna der Randseen und der Hochalpenseen nicht auszufüllen vermögen, dürfte sich bestätigen. Nicht nur seltene Arten überhaupt sind es, die den hochalpinen Seen fehlen, sondern auch die Tiefe der subalpinen Seen geradezu charakterisierende Formen fehlen dem Hochalpensee gänzlich. So konnten bis jetzt nicht nachgewiesen werden: *Asellus cavaticus, Niphargus puteanus* (mit Ausnahme des Öschinensees, welcher mit 1583 m ü. M. der tiefstgelegene der untersuchten Seen ist), *Plagiostomum lemani, Dendrocoelum lacteum* var. *bathycola*. Welches die Ursache ist für das Fehlen von *A. cavaticus* und *N. puteanus* im Hochalpensee, ist noch schwer zu sagen; man könnte etwa an verminderte Spaltenbildung im kristallinen Gestein denken und an die daraus resultierende seltene Wohngelegenheit für Höhlentiere, einen Grund, welchen auch Bornhauser (7) für die Häufigkeitsunterschiede dieser Tiere in den Quellen der kristallinen Vogesen und im Kalkgebirge des Dinkelbergs verantwortlich macht. Doch ist gerade die Spaltenbildung im Rhätikon, dem Kalkgebirge, das den Lünersee enthält, sehr reich; und *N. pu-*

teanus bewohnt auch eine nicht weit vom See entfernte Quelle, fehlt aber dem Lünersee selbst.

Ferner fehlen in den Hochalpenseen die die Randseen bewohnenden Arten: *Leucocythere mirabilis, Limnicythere sancti-patricii, Canthocamptus microstaphilinus, Iliocryptus acutifrons, Lebertia tau-insignita, L. theodorae, Hygrobates albinus,* alle Tiefenformen der *Gastropoden* und anscheinend auch einige subalpin häufige Rhizopoden.

Umgekehrt handelt es sich bei einigen in hochalpinen, nicht aber in subalpinen Seen gefundenen Arten um weitverbreitete Formen, welche sicher auch noch in der Tiefe der subalpinen Seen nachweisbar sind, wie z. B. *Lumbriculus variegatus, Monas guttula, Opercularia nutans, Monhystera crassa, Euchlanis dilatata* und *E. triquetra,* alles litorale Arten, die zufällig in die Tiefe geraten sind, oder es handelt sich um systematisch unsichere Pisidienarten oder Lokalvariationen, wie *P. fragillimum* und *P. urinator.*

IX. Ueber die Herkunft und das geologische Alter von Dendrocoelum infernale, Planaria bathycola und Niphargus puteanus.

D. infernale wurde von Steinmann (47) und Gräter im Hölloch und Lauiloch (Muotatal) entdeckt; Steinmann zählt den Wurm zu den rheophilen, stenothermen Kaltwasserbewohnern. Er fand ihn zusammen mit *N. puteanus.* Bornhauser (7) stellte *D. infernale* in Rheokrenen bei Muttenz und Masmünster (Umgebung von Basel) fest, in Gesellschaft von *Lartetien* und *Asellus cavaticus.* Ich selbst fand *D. infernale* am Paßwang (Jura) in einem als Trinkwasser gefaßten Spaltengewässer.

Mit etwas reduzierter Körpergröße und im Verhältnis dazu größern Genitalorganen tritt die Art, zusammen mit *N. puteanus,* in der Tiefe des Öschinensees auf.

Eine oberirdisch lebende, sehende und pigmentierte Stammform ist bis jetzt nicht bekannt, weder aus unmittelbarer Umgebung des Öschinensees noch anderswo her. Daher ist es unwahrscheinlich, daß *D. infernale* der Tiefe des Öschinensees Abkömmling einer heute noch in unsern Gewässern lebenden Stammform ist. Das Litoral des Öschinensees würde übrigens seiner großen Niveauschwankungen wegen als Übergangsort vom Bach zur

Seetiefe kaum in Betracht fallen, und aus den Bächen hätte sie einwandern müssen, da der See erst postglazial durch Bergsturz entstand.

Wahrscheinlicher hingegen ist, daß *D. infernale* aus einem bei der Seebildung unter Wasser gesetzten Spaltengewässer in die Seetiefe ausgetreten ist. Für diese Annahme spricht das lokale Vorkommen in großer Zahl, das gleichzeitige Auftreten einer zweiten Höhlenform, *N. puteanus* und des in Quellen häufigen Ostracoden, *Candona neglecta.* Weil die Art auf dem tiefen Seegrunde die Bedingungen der Höhle wiederfindet, tritt sie in großer Zahl aus ihrem unterirdischen Wohnorte aus.

Duplessis (in 60) läßt auch für *Dendrocoelum lacteum* der subalpinen Seetiefe die Möglichkeit der Einwanderung aus unterirdischen Gewässern offen, und Zschokke (60) sagt von dieser Art: „Wie im Genfersee, so bewohnt auch im Vierwaldstättersee *D. lacteum* einzelne ziemlich scharf lokalisierte Stellen des Untergrundes". Wie *D. infernale* im Öschinensee nur lokal häufig ist, so hat auch *Planaria bathycola* im Silsersee ein ausgesprochenes lokales Häufigkeitsmaximum, und zwar an einem Orte, welcher für ausgiebige Einwanderung aus einfließenden Bächen ungünstig liegt. Das seltene Vorkommen von *P. alpina* vor Bächen mit reichem Besatz der Art ist ein Hinweis auf die geringe Bedeutung, welche der Bach als Lieferant von *P. alpina* für den See hat. Im systematischen Teile habe ich zu zeigen versucht, daß *P. bathycola* heute eine biologisch von ihrer Stammform *P. alpina* unabhängige Art darstellt.

Die Verteilung von *P. bathycola* im Silsersee, der Vergleich dieser Bestände mit denjenigen des Lucendrosees und denjenigen von *D. infernale* im Öschinensee führen zur Annahme, daß auch *P. bathycola* von einem unterseeisch einmündenden Spaltengewässer aus die Tiefe des Silsersees bevölkert.

Für die in der Tiefe des Öschinensees vorkommende *D. infernale* liegt der Schluß nahe, daß sie ein Abkömmling der höhlenbewohnenden Form *D. infernale* ist. Schwieriger hingegen gestaltet sich die Frage nach der höhlenbewohnenden Ausgangsform für *P. bathycola.* Eine solche wurde bis jetzt nicht nachgewiesen und doch vermute ich, daß sie existiert. Sie mochte Thienemann (52) vorgelegen haben aus einer Quelle des westfälischen Münsterlandes; denn er beschreibt das Tier wie folgt: „Neuer-

dings ist mir eine zweite Stelle bekannt geworden, wo sich *Planaria alpina* nur durch den Übergang zum unterirdischen Leben erhalten haben kann. Mitten in der Ebene des westfälischen Münsterlandes liegt eine kleine Hügelgruppe, die Baumberge. Alle Quellen und Bäche sind dort von *Planaria gonocephala* dicht bevölkert. Nur in einer kleinen, aus einer Spalte hervordringenden Quelle finden sich noch vereinzelte Exemplare der typischen *Planaria alpina*, die aber schneeweiß, völlig pigmentlos ist; nicht weit davon, in einer anderen Quelle findet sich auch *Niphargus*."

Niphargus puteanus ist ein weitverbreiteter Höhlenbewohner und schon Forel (in 60) nimmt für *N. foreli* (welcher mit *N. puteanus* identisch ist) eine „Einwanderung aus unterirdischen Gewässern in die Seetiefe an". Für die lokalisierte Verteilung von *N. puteanus* im Luganersee sieht Fehlmann (22) die Ursache darin, daß der Amphipode aus einem sublakustrisch einmündenden Gewässer in den See austritt. Lokale Häufigkeitszentren des blinden *Asellus cavaticus* wechseln nach Zschokke (60) im Vierwaldstättersee mit Orten, die ihn gar nicht oder in wenigen Exemplaren beherbergen.

Es darf als ziemlich sicher gelten, daß die heute echten Höhlentiere von oberirdischen Formen abstammen; unsicher hingegen sind noch die Gründe, warum sie die unterirdischen Wohnorte bezogen und wann?

So unwahrscheinlich auf den ersten Blick die Annahme erscheint, daß die obgenannten Höhlenbewohner schon prä- oder interglazial in die Höhlen einwanderten und darin mindestens die letzte Eiszeit überdauerten, so müssen doch einige Gründe in Betracht gezogen werden, die für diese Ansicht sprechen.

Alle drei Formen, *D. infernale*, *P. bathycola* und *N. puteanus*, gelten als stenotherme Kaltwassertiere und der Rückzug in subterrane Gewässer bedeutet wahrscheinlich eine Flucht vor zu hoher Temperatur an der Erdoberfläche. Aber dieser Rückzug spielte sich zum mindesten interglazial ab und nicht erst postglazial und er wurde nicht von der Art im gesamten, sondern nur von einzelnen Beständen unternommen.

Angenommen eine Art des Mittellandes müsse sich vor steigender Temperatur in einen kalten Quellbach, dann in die Quelle und schließlich in subterrane Wasserläufe zurückziehen, so kann dieselbe Art sich hochalpin noch lange, vielleicht während einer

ganzen Interglazialzeit, oberirdisch halten. Im Mittelland wird sich der Bestand gezwungenerweise an das Höhlenleben anpassen. Bei kälter werdendem Klima könnten die Tiere wieder in die oberirdischen Wasserläufe austreten. Als nun aber an das Leben in der Dunkelheit angepaßte, d. h. unter dem Lichtmangel blind gewordene Formen, werden sie nicht mehr befähigt sein, oberirdische Gewässer zu besiedeln; sie werden dauernd in der Höhle bleiben.

Die Tatsache nun, daß bis heute weder *D. infernale* noch *N. puteanus* als sehende Formen in den kalten Gewässern der Hochalpen gefunden wurden, bildet den wichtigsten Einwand gegen die Annahme eines erst postglazial erfolgten Rückzugs in die Höhlen. Mit diesem Argument spricht sich auch von Hofsten (28) gegen die Annahme einer glazialen Herkunft von *Asellus foreli* und *N. puteanus* aus. Für *A. foreli* (= *A. cavaticus)* und *D. infernale* könnte diesem Einwand entgegengehalten werden, die beiden Arten erstiegen das Hochgebirge überhaupt nicht. Dies trifft aber nicht zu für den blinden *N. puteanus* und *P. alpina.* Gerade die Verbreitung des Strudelwurms macht es wahrscheinlich, daß der Bestand von *P. bathycola* im Silsersee prä- oder interglazialen Alters ist. Tritt sie nämlich aus einem unterseeischen Spaltengewässer aus, so muß sie schon zur letzten Eiszeit dort gewesen sein, denn unmittelbar hinter der Stirnwand des Gletschers mußte sich der See bilden. Würde die Planarie an einer außerhalb des Sees liegenden Stelle erst postglazial zur Höhe gewandert sein, so bliebe wieder unklar, durch welche Ursache sie dazu gezwungen wurde, bevölkert doch *P. alpina* heute noch alle ringsum liegenden oberirdisch fließenden Bäche.

Nehmen wir eine interglaziale Wärmeperiode als Ursache der Einwanderung in die Höhlen an, so wäre vor allem an das zweite, langandauernde und warme Mindel-Riß-Intervall zu denken, welches die Schneegrenze weit ins Gebirge hinaufschob. Die interglazial in die Höhlen eingewanderten Bestände wären dann durch das Eis des nachfolgenden Gletschervorstoßes überdeckt worden.

Das Vordringen der Gletscher konnte aber selbst Ursache sein zum Rückzug von *D. infernale, P. bathycola* und *N. puteanus* in unterirdische Gewässer, indem Bestände dieser Arten (d. h. ihrer Stammarten) durch das Wachstum der Gletschermassen

allmählich in Seitenbäche, dann in deren Quellen und schließlich in die unterirdischen Wasseradern gedrängt wurden. So würde es auch begreiflich erscheinen, daß durch die Eismassen die oberirdischen Bestände entweder vernichtet wurden *(D. infernale, N. puteanus)* oder aber, daß nur gewisse Bestände unter Eis gesetzt wurden *(P. alpina)* und der Großteil der Art mit dem Gletscherrand talwärts geschoben wurde, um ihm beim Rückzuge wieder ins Gebirge zu folgen.

Alle diese Erörterungen möchte ich noch keineswegs als feststehende Ergebnisse aufgefaßt wissen; zur endgültigen Lösung dieser Fragen bedarf es noch einer eingehenderen Untersuchung unserer Höhlenfauna. Aus diesem Grunde unterlasse ich es auch, weitere Gründe anzuführen, welche für und wider diese Annahme der prä- oder interglazialen Einwanderung der drei genannten Arten in die Höhlen sprechen.

Zwischen den blinden und pigmentlosen, stenothermen Höhlentieren *N. puteanus, D. infernale* und *P. bathycola* und den oberirdisch lebenden, sehenden und pigmentierten Kaltwassertieren *Lebertia rufipes, Hygrobates albinus* und *Cytheridea lacustris* sind aber Unterschiede in der Biologie und Verbreitung zu konstatieren, welche daraufhin deuten, daß die blinden Formen ihre Refugien viel früher bezogen als die heute noch sehenden Arten.

X. Tiergeographische Erörterungen.

In seiner „Tiefseefauna“ hat Zschokke (60), gestützt auf die bisherigen Ergebnisse der Durchforschung unserer Gewässer, ausführlich die Geschichte unserer niedern Tierwelt des Wassers dargelegt. Doch betrachtet er das Bild als noch keineswegs abgeschlossen; noch stehen die „Fragen nach dem speziellen Ursprung der einzelnen Teile der mitteleuropäischen Süßwasserfauna und nach der Bedeutung der marinen Elemente in derselben“ offen; „was in dieser Richtung . . . angedeutet wurde, verläßt nicht das Gebiet unsicherer Hypothesen“.

Neben der faunistischen und ökologischen Erforschung bis jetzt wenig durchsuchter Örtlichkeiten galt meine Arbeit vor allem der Lösung tiergeographischer Fragen. Die Untersuchungen Zschokkes über die Tiefsee der mitteleuropäischen Seen ergaben, daß deren Fauna aus „zwei verschiedenen Elementen: eurythermen

Kosmopoliten des Flachwassers und stenothermen Kaltwassertieren" besteht. Die stenothermen Kaltwassertiere sind „Trümmer der eiszeitlichen Mischfauna", welche zur Zeit der größten Gletscherausdehnung das eisfreie Gebiet Mitteleuropas bewohnte. Beim Rückzug der Gletscher folgte sie ihnen in die Alpen und nach Norden. Im temperierten Flachland haben sich diese Kaltwasserbewohner in die kalte Tiefsee, die Quelle und Höhle zurückgezogen. Diese Gruppe stenothermer „Trümmer der eiszeitlichen Mischfauna" setzt sich zusammen aus echten Süßwasserbewohnern und Arten, welche ihre nächsten Verwandten im Meere haben.

Besondern Widerspruch fanden die Ausführungen Zschokkes durch von Hofsten (28). Da sie aber zum großen Teil auf rein terminologischen Differenzen beruhen, kann ich mich hier damit nicht eingehend befassen; im übrigen sprechen sowohl Ekmans (20) Untersuchungen im Vättern als auch die meinigen in den Hochalpenseen für die Richtigkeit der Grundzüge von Zschokkes Hypothese. Die terminologische Frage, welche leider nicht wenige Unklarheiten in die tiergeographische Forschung gebracht hat, suchte Ekman (21) neuerdings durch seine „Vorschläge und Erörterungen zur Reliktenfrage in der Hydrobiologie" zu beseitigen. Ich werde mich in den kurzen hier folgenden geographischen Erörterungen seiner Terminologie bedienen, muß aber hinzufügen, daß ich im besondern für die Begriffe der glazialen Relikte und Pseudorelikte eine noch schärfere Umschreibung für wünschbar halte. Um nicht wieder diese rein terminologischen Fragen, deren Diskutierung zudem über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen würde, mit den realen Ergebnissen meiner Untersuchungen zu vermischen, sehe ich von theoretischen Erörterungen darüber ab und benütze unter Vorbehalt die Bezeichnungen Ekmans. Auch ist es möglich, daß bei noch besserer Kenntnis unserer Fauna eine andere Einteilung getroffen werden muß, besonders was die interglazialen Relikte anbelangt.

A. Relikte.

1. Interglaziale Relikte.

Dendrocoelum infernale.
Planaria bathycola.
Niphargus puteanus.

Diese Gruppe umfaßt die Höhlenbewohner, von welchen ich weiter oben zu zeigen versucht habe, daß sie eine von der postglazial neueingewanderten Fauna morphologisch und biologisch gut unterschiedene Faunagruppe darstellt. Es handelt sich bei dieser Gruppe nicht um relikte Arten, sondern nur um relikte Bestände einst alpin weitverbreiteter Arten. Wenn ich sie als interglazial bezeichne, so geschieht es, weil es unwahrscheinlich ist, daß sie bei der tiefgreifenden Umgestaltung der Alpen durch die verschiedenen Gletschervorstöße noch älter, also etwa tertiär, sein könnten. In diesem Falle könnten wir sogar von Urbewohnern sprechen. Auch ist es nicht möglich zu bestimmen, in welcher Interglazialzeit sie in den Alpen oberirdisch gelebt haben. Der bedeutenden Höhenlage über Meer wegen, in welcher sie noch vorkommen, d. h. zu Höhlentieren geworden sind, habe ich die Vermutung ausgesprochen, daß es eine lange und warme interglaziale Periode sein mußte, um durch ein temperiertes Klima stenotherme Arten so hoch im Gebirge zu veranlassen, in kalte Höhlen zu flüchten. Es ist aber auch denkbar, daß interglazial die Alpen bewohnende eurytherme Arten durch rein mechanischen Abschluß durch vorstoßende Gletscher in subterrane Wohnorte verdrängt wurden und erst durch das Höhlenleben stenotherm wurden.

Die Annahme, daß die drei genannten Arten seit einer Interglazialperiode unterirdische Gewässer bewohnen, bedarf selbstverständlich noch weiterer Stützen, um jeder Kritik standhalten zu können. So sehe ich wohl ein, daß es nicht zum vorneherein klar ist, daß tierische Organismen so lange Zeit unter Eisabschluß leben können; vor allem bildet die Nahrungsfrage den schwerwiegendsten Einwand.

B. Pseudorelikte.

1. Glaciale Süßwasser-Pseudorelikte.

1. *Difflugia piriformis* var. *lacustris.*
2. „ *elegans* var. *teres.*
3. „ *lemani.*
4. „ *lebes.*
5. „ *hydrostatica* var. *lithophila.*
6. *Pontigulasia bigibbosa.*
7. *Heleopera petricola* var. *amethystea.*

8. *Campaseus triqueter.*
9. *Planaria alpina.*
10. *(Tubifex ferox).*
11. *(Stylodrilus heringianus).*
12. *(Lumbriculus variegatus).*
13. *(Macrothrix hersuticornis).*
14. *Canthocamptus echinatus* var. *luenensis.*
15. „ *zschokkei.*
16. „ *schmeili.*
17. *Lebertia rufipes.*

Unter der Bezeichnung „glaziale Pseudorelikte" möchte ich einstweilen nur verstanden haben, daß die betreffenden Arten während der größten Ausdehnung der Gletscher im eisfreien Streifen Mitteleuropas zur echten Süßwasserfauna zählten. Es sind nicht Relikte, weil sie in das hochalpine Gebiet postglazial neu eingewandert sind; aber es sind auch nicht Autoimmigranten, weil sie als stenotherme Kaltwassertiere heute durch die temperierten Zufahrtstraßen nicht mehr einwandern können, sei es von Norden oder aus den Refugien der subalpinen Tiefsee her.

Die drei Oligochaeten füge ich der Liste bei, weil sie von Piquet und Bretscher (40) als Überreste der Eiszeitfauna gedeutet werden. Die Stellung von *Macrothrix hirsuticornis* ist noch unsicher.

Auf eine noch frühere Verbreitung einer Art als zur letzten Eiszeit Schlüsse zu ziehen, ist bei den Elementen dieser Gruppe nur für *L. rufipes* möglich. Nach von Herrn Dr. Walter erhaltenen mündlichen Mitteilungen haben seine neueren eingehenden Untersuchungen gezeigt, daß die Milbe alpin häufig ist. Umgekehrt wurde *L. rufipes* im Norden noch nie gefunden und auch Ekman (20) vermißt sie in der Tiefe des Vättern. Die Milbe bevölkert hochalpin das Ufer vieler Seen und subalpin beschränkt sie sich auf die kalte Tiefsee. *L. rufipes* scheint also rein alpin zu sein oder doch sicher ihr Häufigkeitszentrum in den Alpen zu haben. „Rein alpine Formen," sagt Brehm (10), „werden auch vor der Eiszeit rein alpin gewesen sein." Die Milbe würde demnach prä- oder interglazial die Alpen bewohnt haben; sie wäre den wachsenden Gletschern nach Norden und Süden ausgewichen, ohne sich aber zu weit von den Eismassen ihrer Heimat zu entfernen. Sie ist mit dem Rückzug der Gletscher wieder in die Alpen

emporgestiegen, ohne sich unter die vom Nordeis südwärts gedrängte und ihm wieder rückwärts folgende Fauna zu mischen.

Auch der negative Befund, daß nämlich die stenotherme Milbe *Hygrobates albinus* den Hochalpen fehlt, bedarf hier der Erwähnung. Die Vermutung Zschokkes (60), daß sie präglazial dem Norden angehörte, wird immer wahrscheinlicher. Ekman fand sie zahlreich in der Tiefe des Vättern; sie bewohnt im skandinavischen Gebirge häufig die kalten Bäche. Alle Nachforschungen in den Alpen vermochten bis jetzt ihren Nachweis nicht zu erbringen. Die Milbe hätte somit, vom Nordeis nach Süden gedrängt, sich zwar mit der ursprünglich alpinen Fauna gemischt und sie lebt heute noch mit ihr zusammen in der Tiefe der nordalpinen Randseen; das Gebirge hat sie nicht erstiegen. Von Hofsten (28) benützt die Abwesenheit von *H. albinus* in den Alpen als Einwand gegen ihre glaziale Herkunft, was vollkommen unzutreffend ist, da wir die Bedingungen nicht kennen, unter denen ein von Norden eingewandertes Tier die Alpen ersteigen kann.

2. Glazial-marine Pseudorelikte.

Cytheridea lacustris.

Eigentlich ist mit dieser Bezeichnung nicht die Art gemeint, sondern nur die hochalpinen Bestände derselben. Diese Bestände konnten nur unter glazialen Naturverhältnissen aus dem nichtvergletscherten Teil Europas in die Alpen einwandern. Die Art war früher (oder ist vielleicht heute noch, als *C. torosa* (Jones), s. G. W. Müller (37), Tierreich) marin.

Daten über ihre präglaziale Geschichte hat Zschokke (60) in seiner „Tiefseefauna" zusammengestellt, aus welchen hervorgeht, daß *C. lacustris* sich wahrscheinlich schon präglazial dem Süßwasser angepaßt hat.

Von Bedeutung ist auch der negative Befund, daß *Plagiostomum lemani* die Alpen nicht ersteigt; Fehlmann (22) fand sie bei seinen Untersuchungen im südalpinen Luganersee ebenfalls nicht. So deutet ihre Verbreitung darauf hin, daß ihre Einwanderung ins Südwasser, wie Zschokke darlegte, vom nördlichen Europa her stattgefunden hat. Das Fehlen im Hochgebirge spricht keineswegs, wie von Hofsten meint, gegen eine Stenothermie dieser Art; der marine Wurm kann durch einen noch

unbekannten Faktor am Aufstieg in die Alpen verhindert worden sein. Gerade eine solch beschränkte Verbreitung könnte auf eine jüngere Einwanderung deuten, als sie von Hofsten für *P. lemani* annimmt.

C. Stenotherme Kaltwasserkosmopoliten.

Candona candida.

Nach der gleichen Häufigkeit in der Ebene wie im Gebirge, nach ihrer Biologie und geographischen Verbreitung zählt Ekman (20) *C. candida* zu dieser Gruppe. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Art auch zur glazialen Mischfauna gehörte; da sie sich aber eventuell biologisch an wärmere Orte anpaßte und dadurch ihre Wohnbezirke ausgedehnt hat, kann darüber kein sicherer Schluß gezogen werden.

D. Autoimmigranten.

Zu dieser Gruppe gehören alle übrigen der von mir gefundenen Bodentiere. Ihre Einwanderung ist unabhängig von den Naturverhältnissen, und kann heute noch wie unmittelbar nach dem Rückzug der eiszeitlichen Gletscher stattfinden.

Zusammenfassend ergeben sich für die Geschichte der Bodenbewohner hochalpiner Seebecken folgende Daten:

Die interglazialen Relikte zogen sich (mindestens) vor der letzten Eiszeit in unterirdische Wohnorte zurück. Ihre oberirdischen Kolonien wurden durch das Eis in die Ebene gedrängt oder vernichtet. Durch den Aufenthalt unter der Erde wurden sie zu echten Höhlentieren, welche jetzt, nachdem die Gletscher wieder geschwunden sind, nur da aus den Höhlen in größerer Zahl austreten, wo sie vor derselben gleiche Bedingungen (Dunkelheit und tiefe Temperatur) finden, wie in der Höhle, nämlich in der Seetiefe.

Die glazialen Süßwasser-Pseudorelikte bildeten zur Zeit der größten Gletscherausdehnung einen Bestandteil der im eisfreien Gebiet Europas lebenden Fauna. Sie zogen sich mit den zurückweichenden Eismassen nach Norden oder in die Alpen oder nach beiden Richtungen zurück. Die auf diesem Rückzug in subalpinen Seen zurückgelassenen Bestände senkten sich mit dem wärmer werdenden Klima in die Tiefe oder zogen sich in Spaltengewässer und kalte Bäche zurück (glaziale Relikte);

in den hochalpinen Gewässern mit ihren heute noch glazialen Bedingungen leben sie jetzt noch litoral. Einige Arten waren präglazial wahrscheinlich nur arktisch *(Hygrobates albinus)*, andere nur alpin *(Lebertia rufipes)* verbreitet; manche wahrscheinlich arktisch und alpin.

Die glazial-marinen Pseudorelikte haben seit der größten Gletscherausdehnung dieselbe Geschichte wie die Arten der vorhergehenden Gruppe. Sie bewohnten aber entweder schon präglazial Süßwasserbecken (Reliktenseen), in welchen sie als marine Relikte zurückgelassen wurden, oder sie wanderten zur Zeit der großen Schmelzwasserströme der Eiszeit als glazialmarine Autoimmigranten ein.

Über die Herkunft der stenothermen Kaltwasserkosmopoliten und der Autoimmigranten lassen sich aus ihrer heutigen Biologie und Verbreitung keine Schlüsse ziehen. Es ist möglich, daß sie ebenfalls zur eiszeitlichen Mischfauna gehörten, sie können aber auch erst später eingewandert sein.

XI. Zusammenfassung der Resultate.

1. Total wurden 179 auf dem Boden hochalpiner Seen lebende Arten, Varietäten oder Gruppen (Tendipediden) bestimmt.
2. Von den bis zur Art bestimmten Formen sind faunistisch neu für den

Lünersee:	49	von	total	73	gefundenen	Arten.
Davosersee:	51	„	„	51	„	„
St. Moritzersee:	39	„	„	42	„	„
Silvaplanersee:	53	„	„	60	„	„
Silsersee:	61	„	„	73	„	„
Lucendrosee:	32	„	„	32	„	„
Öschinensee:	19	„	„	19	„	„

3. Für das schweizerische Hochgebirge sind faunistisch neu: 58 Arten.
4. Für die Schweiz sind neu: *Mermis terricola, Paramermis contorta, Paramermis rosea, Candona rostrata, Diphascon angustatum* und *Arrhenurus conicus.*
5. Für die Wissenschaft sind neu: *Mermis formosa, Mermis subtilis* und *Paramermis zschokkei.*
6. *Planaria bathycola* ist eine von *Planaria alpina* unabhängige

subterrane Form; *Pisidium fragillimum* ist eine durch Übergänge mit *Pisidium ovatum* verbundene Tiefenvarietät.

7. Die Beschaffenheit des Untergrundes wirkt qualitativ und quantitativ auf die Verteilung der Bodenfauna innerhalb eines Seebeckens ein.
   a) Gewisse Rhizopoden, Oligochaeten, Bryozoen, Ostracoden und Pisidien sind auf den sedimentierten Bodenschlamm angewiesen oder bevorzugen ihn.
   b) Einige Nematoden, Hirudineen, Cladoceren, Copepoden und Amphiphoden halten sich vorzüglich an die Vegetation des Litorals.
   c) Steile Felsufer entbehren fast jeder Fauna.
   d) Alluvionskegel sind der steten Neuüberschiebung wegen im allgemeinen nur von leichtbeweglichen Arten bewohnt.
   e) Die im Bereich von Niveauschwankungen gelegene Uferzone eines Sees ist faunalos oder höchstens von leichtbeweglichen oder zufälligen Formen bewohnt, welche aber nur vereinzelt auftreten.
   f) Die größte Tiefe einer Seemulde ist faunalos oder faunaarm; als Ursache dieser Erscheinung dürften Sauerstoffarmut und Schwefelwasserstoffbildung gelten.
   g) Hohe Temperatur verhindert höchstens in flachen und ruhigen Buchten die Ansiedelung stenothermer Kaltwassertiere; sie erreicht aber nicht die Höhe, um zu einer rein profunden, stenothermen Tiefenfauna zu führen wie im subalpinen See.
8. Die Fauna hochalpiner Seen setzt sich zusammen aus litoral (und sublitoral) verbreiteten Arten: Litorale Fauna, aus in allen Tiefen lebenden Formen: Eurybathe Fauna, aus Formen, welche aus unterirdischen Spalten in den See gelangen: Höhlentiere und aus zufällig in den See gelangten Exemplaren sonst weitverbreiteter Bach- und Tümpelformen: Zufällige Seebewohner.
9. Die durch frühere Forschungen als „Tiefenfauna hochalpiner Seen“ bekannt gewordenen 58 Arten sind entweder zufällig in die Tiefe gelangte Litoralbewohner oder gehören der eurybathen Fauna an.
10. Subalpin profunde, stenotherme Kaltwassertiere sind hochalpin litoral oder eurybath.

11. Die litorale Lebensweise subalpin profunder Arten wird in den Hochalpenseen nicht durch bessere Untergrundsverhältnisse, sondern nur durch die tiefe Temperatur im Litoral ermöglicht.
12. Innerhalb der Gruppe hochalpiner Seen sind faunistische Unterschiede zu erkennen, welche zurückzuführen sind:
    a) auf verschiedene physikalische Verhältnisse (Lucendrosee),
    b) Niveauschwankungen (Öschinensee), oder
    c) auf die Einmündung unterseeischer Wasseradern (Silsersee, Öschinensee).
13. Verschiedene Gründe machen es wahrscheinlich, daß *Dendrocoelum infernale, Planaria bathycola* und *Niphargus puteanus* der Seetiefen Abkömmlinge subterran lebender Bestände dieser Arten sind.
14. Die drei genannten Arten haben sich vermutlich schon prä- oder interglazial in die unterirdischen Wohnorte zurückgezogen.
15. Tiergeographisch setzt sich die Fauna hochalpiner Seen zusammen aus:
    a) Interglazialen Relikten (sublacustrisch eingewanderte Höhlenformen).
    b) Glazialen Süßwasser-Pseudorelikten.
    c) Glazial-marinen Pseudorelikten (stenotherme Kaltwasserbewohner mariner Herkunft).
    d) Stenothermen Kaltwasserkosmopoliten und
    e) Autoimmigranten (eurytherme Kosmopoliten).
16. Gewisse typische Bewohner der subalpinen Seetiefe fehlen den Hochalpenseen (*Plagiostomum lemani, Hygrobates albinus);* es ist wahrscheinlich, daß sie präglazial arktisch waren. Umgekehrt ist *Lebertia rufipes* auf die Alpen beschränkt; vermutlich war sie auch präglazial auf die Alpen beschränkt.

XII. Literaturverzeichnis.

(Da die Literatur über die Tiefenfauna bis 1911 in: Zschokke, Die Tiefseefauna der Seen Mitteleuropas zusammengestellt ist, führe ich nachstehend nur die Publikationen an, auf welche im Text verwiesen wird.)

1. Alm, G., Monographie der schwedischen Süßwasserostracoden nebst systemat. Besprechung des Tribus Podocopa. Zoolog. Beiträge aus Uppsala, Bd. 4, 1915.
2. Asper, G., Beiträge zur Kenntnis der Tiefseefauna der Schweizer Seen. Zoolog. Anzeiger, 1880, Bd. 3.
3. Baumann, F., Beiträge zur Biologie der Stockhornseen. Revue Suisse de Zoologie, T. 18, 1910.
4. Behrens, H., Quantitative Planktonstudien vom Sakrower See. Arch f. Hydrobiol. u. Planktonkde., Bd. 9, 1914.
5. Blanc, H., Les Difflugies de la Faune profonde de lac Léman. Recueil inaugural de l'Université de Lausanne, 1892.
6. Bollinger, G., Zur Gastropodenfauna von Basel und Umgebung. Inaugural-Dissertation, Basel, 1909.
7. Bornhauser, K., Die Tierwelt der Quellen in der Umgebung Basels. Intern. Revue d. gesamten Hydrobiol. u. Hydrographie, 1912, Biolog. Suppl., Serie IV u. V.
8. Bourcart, F., Les lacs alpines suisse, 1906.
9. Brakenhoff, H., Beiträge zur Kenntnis der Nematodenfauna des norddeutschen Flachlandes. Abhandlg. Nat. Ver. Bremen, Bd. 22, 1913.
10. Brehm, V., Zur zoogeographischen Analyse der Fauna der Alpenseen. Intern. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, Bd. 4, 1911.
11. Brehm, V., Über die Harpacticiden Mitteleuropas. Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonkde., Bd. 8. 1912-13.
12. Bretscher, K., Die Oligochaeten von Zürich. Revue suisse de Zoologie, T. 3, 1895-96.
13. Bretscher, K., Beitrag zur Kenntnis der Oligochaetenfauna der Schweiz. Revue suisse de Zoologie, T. 6, 1899.
14. Bretscher K., Südschweizerische Oligochaeten. Revue suisse de Zoologie, T. 8, 1900.
15. Burckhardt, G., Quantitative Studien über das Zooplankton des Vierwaldstättersees. Mttg. Naturforsch. Ges. Luzern, Heft 3, 1900.
16. Clessin, S., Die Molluskenfauna Österreich-Ungarns und der Schweiz. Nürnberg 1887.
17. Daday, E. von, Freilebende Süßwasser-Nemathelminthen aus der Schweiz. Revue suisse de Zoologie Vol. 19, No. 21, 1911.
18. Daday, E. von, Beiträge zur Kenntnis der im Süßwasser lebenden Mermithiden. Math. u. Naturw. Berichte aus Ungarn, Bd. 27, 1913.
19. Douwe, C., van, Zur Kenntnis der Süßwasserharpacticiden Deutschlands. Zool. Jahrb. Abt. Syst. Geogr. Biol. Bd. 18, 1903.
20. Ekman, S., Die Bodenfauna des Vättern, qualitativ und quantitativ untersucht. Intern. Revue d. gesamten Hydrobiol. und Hydrographie, Bd. 7. 1915.

21. Ekman, S., Vorschläge und Erörterungen zur Reliktenfrage in der Hydrobiologie. Archiv för Zoologi utgifoet af K. Svenska Vetenskapsakademien, Bd. 9, No. 17. 1915.
22. Fehlmann, W., Die Tiefenfauna des Luganer Sees. Intern. Revue der gesamten Hydrobiol. u. Planktonkunde, Biol. Suppl. 4. Serie 1911.
23. Groll, M., Der Öschinensee im Berner Oberland. Jahresb. der Berner Geogr. Gesellschaft, Bd. 19, 1905.
24. Heinis, F., Systematik und Biologie der moosbewohnenden Rhizopoden, Rotatorien und Tardigraden der Umgebung von Basel mit Berücksichtigung der übrigen Schweiz. Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonkde. Bd. 5, 1910.
25. Heinis, F., Die Tardigraden des Rhätikon. Revue suisse de Zoologie, Vol. 20, No. 16, 1912.
26. Hofmänner, B., Contribution à l'étude des Nématodes libres du lac Léman. Revue suisse de Zoologie, Vol. 21, No. 16, 1913.
27. Hofmänner und Menzel, R., Die freilebenden Nematoden der Schweiz. Revue suisse de Zoologie, Vol. 23, No. 5, 1915.
28. Hofsten, N., von, Zur Kenntnis der Tiefenfauna des Brienzer- und Thunersees. Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonkde., Bd. 7, 1911-12.
29. Imhof, O. E., Notiz bezüglich der Verbreitung der Turbellarien in der Tiefseefauna der Süßwasserbecken. Zoolog. Anzeiger, Jahrg. 8, 1885.
30. Kaufmann, A., Die schweizerischen Cytheriden. Revue suisse de Zoologie, T. 4, 1896.
31. Lilljeborg, W., Cladocera Suecia. Nova Acta R. Soc. Scient. Upsaliensis, Serie 3, Vol. 19, 1901.
32. Lilljeborg, W., Synopsis specierum hucusque in Suecia observatarum Generis Cyclopis. Kanig. Svenska Vetenskap-Akademiens Handlingar, Bd. 35, 1901.
33. Lowl, L., Der Lünersee. Zeitschrift des Deutschen und Österreich. Alpenvereins, Jahrg. 1888, Bd. 19.
34. Man, J. G. de, Die frei in der reinen Erde und im süßen Wasser lebenden Nematoden. Mit 34 Tafeln. Leiden 1884.
35. Menzel, R., *Mononchus Zschokkei* n. sp. und einige wenig bekannte, für die Schweiz neue freilebende Nematoden. Zool. Anzeiger, Bd. 42, 1913.
36. Menzel, R., Über die mikroskopische Landfauna der schweizerischen Hochalpen. Arch. f. Naturgesch., Jahrg. 1914, Abt. A., Heft 3.
37. Müller, G. W., Ostracoda. Tierreich, Lief. 31, 1912.
38. Penard, E., Les Rhizopodes de la faune profonde dans le lac Léman. Revue suisse de Zoologie, T. 7, 1899.
39. Penard, E., Sarcodinés. Catalogue des Invertébrés de la Suisse, Genève 1905.
40. Piquet, E. und Bretscher, K., Oligochètes. Catalogue des Invertébrés de la Suisse, 1913.
41. Samter und Weltner, Beiträge zur Fauna des Madüsees in Pommern. Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 71, Bd. 1, 1905.
42. Samter, Fang und Konservierung der relikten Krebse. Beiträge zur Fauna des Madüsees in Pommern. Fünfte Mitteilung. Arch. f. Naturgesch. 1906, Jahrg. 72, Bd. I.
43. Schmassmann, W., Beitrag zur Kenntnis der Mermithiden. Zoolog. Anzeiger, Bd. 44, No. 9, 1914.
44. Schmeil, O., Deutschlands freilebende Süßwassercopepoden. 1. Teil; Cyclopiden, 1892.

45. Schmeil, O., Copepoden des Rhätikon-Gebirges. Abhandlg. d. Naturf.-Ges. zu Halle, Bd. 19, 1893—95.
46. Schuster, R. W., Morphologische und biologische Studien an Naiden in Sachsen und Böhmen. Intern. Revue der gesamten Hydrobiol. und Hydrographie. Biol. Suppl. (zweites Heft) zu Bd. 7, 1915.
47. Steinmann, P. und Graeter, E., Beiträge zur Kenntnis der schweizerischen Höhlenfauna. Zoolog. Anzeiger, Bd. 31, No. 25, 1907.
48. Steinmann, P., Eine Netzdredge für Tiefenfänge. Intern. Revue der gesamten Hydrobiol. und Hydrographie. Bd. 2, 1909.
49. Steinmann, P., Revision der schweizerischen Tricladen. Revue suisse de Zoologie, Vol. 19, No. 17, 1911.
50. Steinmann, P. und Bresslau, E., Die Strudelwürmer (Turbellarien.) Monographien einheimischer Tiere. Bd. 5, 1913.
51. Surbeck, G., Die Molluskenfauna des Vierwaldstättersees. Revue suisse de Zoologie, T. 6, 1899.
52. Thienemann, A., Das Vorkommen echter Höhlen- und Grundwassertiere in oberirdischen Gewässern. Arch. f. Hydrobiologie und Planktonkunde, Bd. 4, 1908.
53. Thienemann, A., Physikalische und chemische Untersuchungen in den Maaren der Eifel. Teil 2. Verhandl. d. Naturhist. Vereins der preußischen Rheinlande und Westfalens, Jahrg. 71, 1914.
54. Thienemann, A., Die Chironomidenfauna der Eifelmaare. Verhandl. des Naturhist. Vereins der preußischen Rheinlande und Westfalens. Jahrgang 72, 1915.
55. Weltner, W., Notiz zu: L. Keilhack. Zur Cladocerenfauna des Madüsees in Pommern. Arch. für Naturgesch., Jahrg. 71, 1905.
56. Zschokke, F., Die Tierwelt der Juraseen. Revue suisse de Zoologie, Bd. 2, 1894.
57. Zschokke, F., Die Tierwelt der Hochgebirgseen. Neue Denkschriften d. Schw. Nat. Ges., Bd. 37, 1900.
58. Zschokke, F., Die Tiefenfauna hochalpiner Wasserbecken. Verhandl. d. Naturf. Ges. Basels, Bd. 21, 1910.
59. Zschokke, F., Leben in der Tiefe der subalpinen Seen Überreste der eiszeitlichen Mischfauna weiter? Arch. f. Hydrobiol. und Planktonkde., Bd. 8, 1912-13.
60. Zschokke, F., Die Tiefseefauna der Seen Mitteleuropas. Monographien und Abhandlungen zur Intern. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, Bd. 4, 1911.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 1

I. Methodik 3

II. Beschreibung der Seen. Kartenskizzen mit Eintragung der Fangorte. Tabellen der Fangergebnisse 7

III. Systematische und faunistische Bemerkungen 14

IV. Faktoren, welche die Verbreitung der Bodenfauna innerhalb eines Seebeckens bestimmen 54

V. Die bathymetrische Verteilung der Bodenfauna hochalpiner Seen 63

VI. Vergleich meiner Resultate mit den bisherigen über die profunde Fauna hochalpiner Seen festgestellten Befunden 76

VII. Vergleich der bathymetrischen Verteilung der Bodenfauna in den Hochalpenseen mit derjenigen in subalpinen Seen 79

VIII. Qualitative Unterschiede der Bodenfauna der untersuchten Hochalpenseen gegenüber derjenigen subalpiner Seen 89

IX. Über die Herkunft und das geologische Alter von *Dendrocoelum infernale*, *Planaria bathycola* und *Niphargus puteanus* 90

X. Tiergeographische Erörterungen 94

XI. Zusammenfassung der Resultate 100

XII. Literaturverzeichnis 103

Vita.

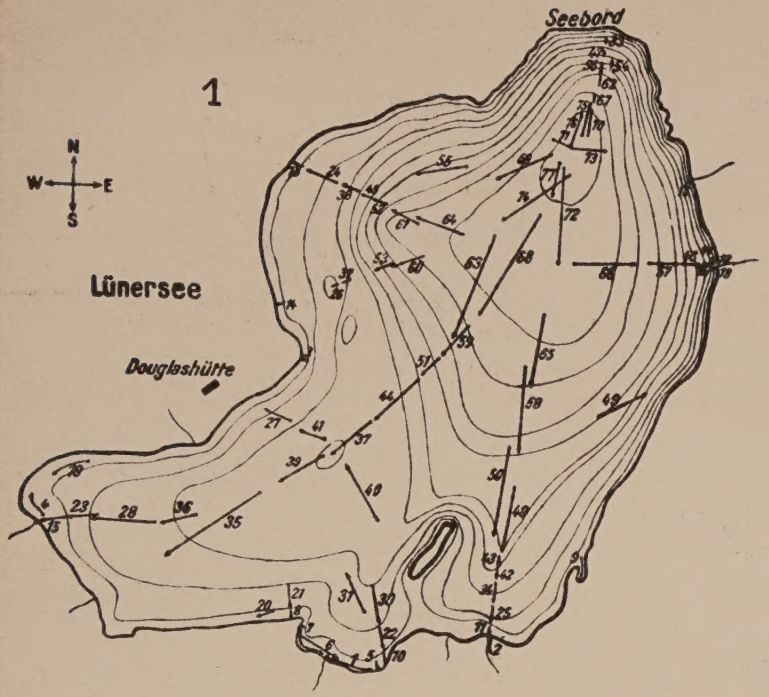
Am 7. Mai 1890 wurde ich, Hans Walter Schmassmann von Buckten, in Sissach geboren als Sohn des Karl Schmassmann, Malermeister daselbst und der Anna geb. Rickenbacher.

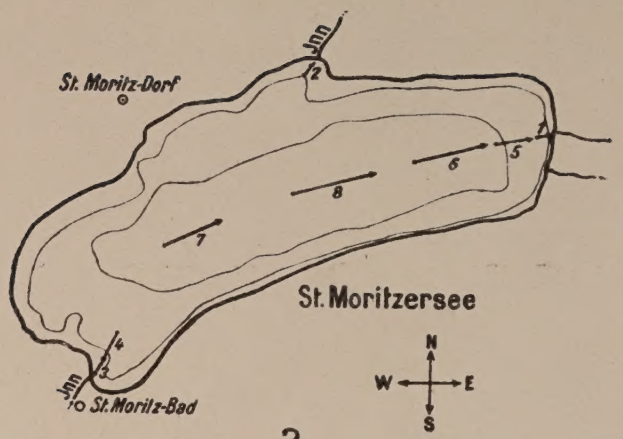
Nach Absolvierung der Primarschule in Sissach und der Bezirksschule in Böckten besuchte ich die Obere Realschule in Basel, woselbst ich im Herbst 1909 das Zeugnis der Reife erhielt.

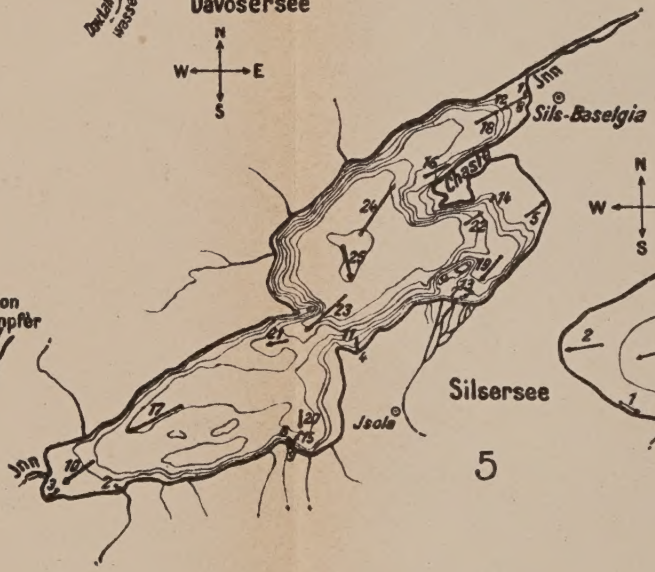
Vom Wintersemester 1909 an bis Winter 1917 war ich an der Universität Basel immatrikuliert. Ich hörte Vorlesungen oder besuchte Practica bei den Herren Professoren resp. Privatdozenten: Hagenbach, Rupe, Zschokke, Fischer, Fichter, Senn, Steinmann, Zickendraht, Janicki, Häberlin, Ganz, Escher, Flatt, Heman.

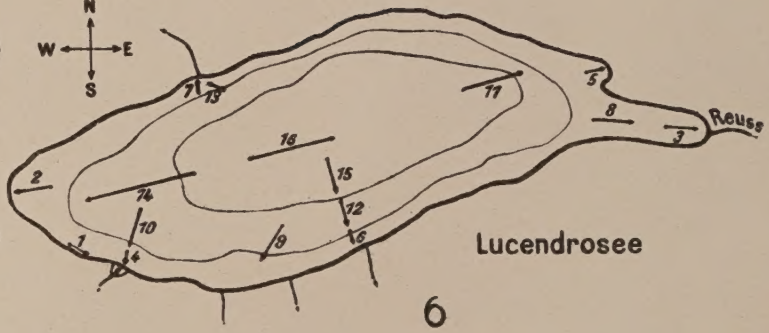
Vorliegende Dissertation entstand unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. F. Zschokke.

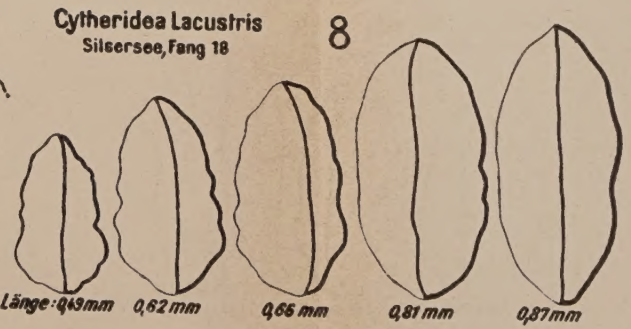
Im Sommer 1912 erlangte ich das Diplom zum Lehramt auf der Mittelstufe für die Fächer Zoologie, Botanik, Physik und Chemie. Vikariatsweise amtete ich an der Sekundarschule in Sissach und an der Bezirksschule in Liestal; während den Schuljahren 1914-15 und 1915-16 versah ich ein Pensum an der untern Realschule in Basel. Im Frühjahr 1916 wurde ich als Nachfolger des verstorbenen Herrn Dr. K. Strübin an die Bezirksschule in Liestal gewählt. Studium und Lehrtätigkeit mußte ich wegen Instruktions- und Grenzbesetzungsdienst von insgesamt 732 Tagen mehrmals unterbrechen.

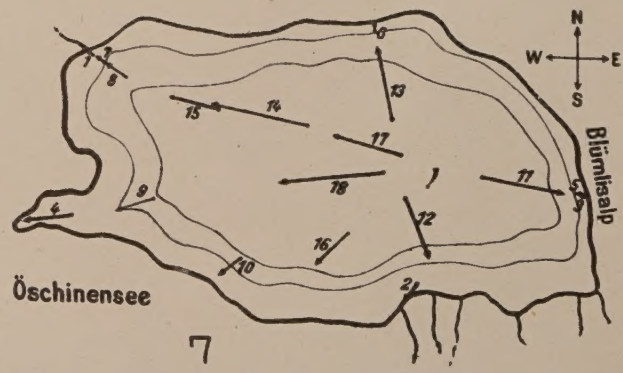












W. Schmassmann: Die Bodenfauna hochalpiner Seen.